

به نام خداوند شعر و سخن نخستین سخن در همه انجمن

اَلْعِلْمُ اَصْلُ کُلِّ خَیْرٍ، اَلْجَهْلُ اَصْلُ کُلِّ شَرٍّ؛

دانایی، ریشه همه خوبی ها و نادانی ریشه همه بدی هاست.

امام علی (ع)

شناسنامه



گاهنامه علمی دانشجویی دوزبانه شماره ۱/
خرداد ۱۴۰۳

مدیر مسئول: رقیه فرضی امین آباد
سردبیر: اصغر محمدی
استاد مشاور: دکتر صفر نصراله زاده
ویراستار ادبی و علمی: رقیه فرضی امین آباد
طراح جلد و صفحه آرا: زهرا ملاحمزه زاده(ایدی تلگرامی:zahramhz)
هیئت تحریریه: دکتر کاظم قاسمی گلعذانی، محدثه اژدرزاده، مهدیه رجبی، شیما حبیبی کوه کمر، حمیده قربانپور، رقیه فرضی امین آباد

صاحب امتیاز: رقیه فرضی امین آباد
شماره مجوز: ک ن ت ۱۲۰/۱۲

Certificate
,The climate scientific-student journal, University of Tabriz
.june 2024 ,Issue 1 ,Year 1
License holder: *Roghiyeh Farzi-Aminabad*
Director: *Roghiyeh Farzi-Aminabad*
Editor-in-Chief: *Asghar Mohammadi*
Advisor: *Dr. Safar Nasrollahzadeh*
Scientific and literary editor: *Roghiyeh Farzi-Aminabad*
Graphic designer:*Zahra hamzehzadeh (Zahrahamzehzadeh81@ gmail.com)*

Editorial board: *Dr. Kazem Ghassemi-Golezani, Mahdieh Rajabi, Mohaddeseh Azhdarzadeh Oskuie, Shima Habibi Kouh Kamar, Hamideh Ghorbanpour, Roghiyeh Farzi-Aminabad*

تهیه کنندگان این شماره از اقلیم:



دکتر صفر نصراله زاده
استاد مشاور



دکتر کاظم قاسمی گلعذانی
هیئت تحریریه



رقیه فرضی امین آباد
مدیر مسئول



اصغر محمدی
سردبیر



زهرا ملاحمزه زاده
طراح جلد و صفحه آرا



محدثه اژدرزاده
هیئت تحریریه



شیما حبیبی
هیئت تحریریه



حمیده قربانپور
هیئت تحریریه



مهدیه رجبی
هیئت تحریریه

سخن سردبیر

دفتر را به نام او می‌گشایم که هر امر مهمی بی‌یاد او بی‌حاصل است.

سخن سردبیر را در این شماره با بیان این نکته پی‌می‌گیریم که خودکفایی و تولید در تامین نهاده‌ها و فرآورده‌های کشاورزی، از ارکان مهم توسعه پایدار کشور است. بدیهی است که با استفاده از روش‌های مختلف بشر قادر به بهبود عملکرد محصولات کشاورزی شده است. نانوذرات در حوزه کشاورزی اهمیت بسیاری دارند و می‌توانند به‌طور قابل توجهی در بهبود عملکرد و پایداری سیستم‌های کشاورزی مؤثر باشند.

مطالعه موارد مختلف مؤثر در جهت مدیریت محصولات کشاورزی توسط افراد با جایگاه‌های مختلف در جهت بهبود عملکرد و کاهش اثرات منفی در حال انجام است. امروزه با نگاه دقیق به جایگاه فناوری نانو و شاخه‌های متفاوت آن می‌توان به روش‌های مدیریتی بهتر محصولات کشاورزی دست یافت. به طور مثال می‌توان به تنش‌های غیرزیستی و زیستی مانند کنترل آفات و بیماری‌ها، بهبود مدیریت آب، افزایش محتوای مواد مغذی مانند عناصر کودی، بهبود تثبیت و نگهداری محصولات اشاره داشت.

جامعه کشاورزی ایران، به ویژه مهندسین کشاورزی همگام با سایر نقاط دنیا در قسمت‌های مختلف برای تولید پایدار مشغول هستند وامید است به موفقیت‌های لازم برسند. با یاری خداوند بزرگ انشاالله توفیقی حاصل شود تا با یاری دوستان در نشریه اقلیم اطلاعات مفیدی را تقدیم علاقمندان به این حوزه ارائه نماییم. در پایان بر خود وظیفه میدانم از آقای دکتر صفر نصراله‌زاده به عنوان استاد مشاور این نشریه و خانم دکتر رقیه فرضی‌امین آباد که در کسب مجوز نشریه نقش اساسی داشته‌اند کمال تشکر را داشته باشیم. همچنین صمیمانه ترین درودها و سپاس را تقدیم اعضای محترم هیأت تحریریه و همکاران اجرایی سخت‌کوش نشریه می‌کنم که بی‌تردید بدون حضور با انگیزه آن‌ها، انجام هیچ کاری در این زمینه ممکن نخواهد بود.

سردبیر نشریه اقلیم

اصغر محمدی

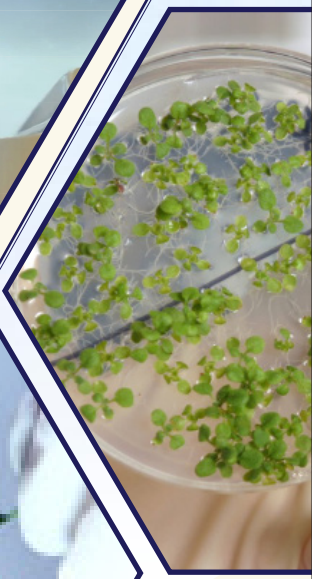


فهرست

مطالب

اخبار ۶
مقاله ۲۳
معرفی کتاب ۳۶
جدول تخصصی ۳۹





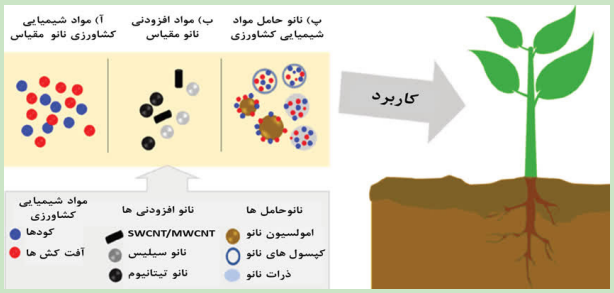


اخبار
NEWS

نانوذرات مهندسی شده راهکاری نوین در صنعت کشاورزی و باغبانی


محدثه اژدرزاده اسکویی (دانشجوی کارشناسی ارشد تولید محصولات گلخانه‌ای)

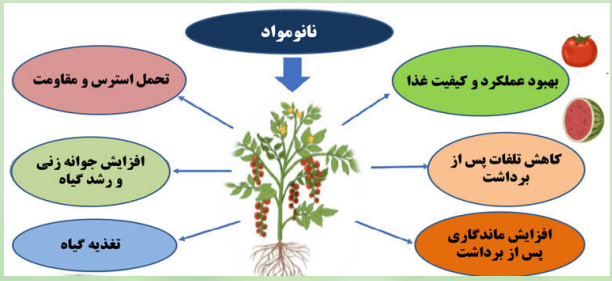
برای همگام شدن با تقاضای روزافزون جمعیت جهان (تقریباً ۹/۸ میلیارد نفر)، تولید مواد غذایی در سطح جهان باید تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۵۰ درصد افزایش یابد. نوآوری‌های نانوتکنولوژی با ارائه یک سیستم کشاورزی پایدارتر، کارآمدتر، مقاومتر و همچنین ترویج امنیت غذایی برای مقابله با این چالش‌امیدوارکننده هستند. بررسی بیشتر کاربردهای نانوتکنولوژی در کشاورزی ضروری است، تا پتانسیل آن در تولید محصولات نوآورانه و پلتفرم‌های تحویل جدید برای بهبود تولید و کیفیت محصولات کشاورزی را به حقیقت تبدیل کند. ما با بررسی اصول نانوتکنولوژی بر روی پتانسیل آن در کاربردهای کشاورزی، پیشرفت‌هایی در توسعه نانوکودها، نانوافزودنی‌ها، نانوعلف‌کش‌ها، نانوآفت‌کش‌ها، نانوباکتری‌کش‌ها، نانوپاک‌کننده‌ها و نانوحسگرها برای بهبود کارآمدی محصولات شیمیایی کشاورزی، کاهش فرسایش، افزایش رشد گیاه، و تشخیص کمبودهای تغذیه و بیماری‌های گیاهان صورت گرفته است.



شکل ۱) سه دسته عمده از مواد شیمیایی کشاورزی نانو: مواد شیمیایی کشاورزی در مقیاس نانو، افزودنی‌های نانومقیاس و نانوحامل‌ها مواد شیمیایی کشاورزی در عمل کشاورزی. SWCN نانولوله‌های کربنی تک جداره؛ MWCNT، نانولوله‌های کربنی چند جداره.

علاوه بر این، سیستم‌های تحویل نانو طراحی شده‌اند تا عناصر مؤثر را به مکان‌های هدف داخل گیاه تحویل دهند و راه حل‌های بالقوه‌ای برای برخی از بیماری‌های ویرانگر محصولات کشاورزی که با روش‌های معمول به طور مؤثر قابل مدیریت نیستند، فراهم کنند. با این حال، کشاورزی نانوفعال هنوز در اولین مراحل خود قرار دارد و کاربردهای آن در بیشتر موارد به صورت نظری است. بنابراین، نیاز به تحقیقات بیشتر برای توسعه مواد نانو قابل تجزیه، هزینه‌بر و امن برای استفاده در آینده وجود دارد.

علاوه بر این، مطالعات سیستماتیک برای محافظت از سیستم تولید مواد غذایی ما، در عین حال تلاش برای افزایش آگاهی عمومی از نانوتکنولوژی حائز اهمیت است. بنابراین، نانوتکنولوژی به عنوان یک ابزار پیشرفته در کشاورزی مدرن پیشرفت می‌کند تا تولید محصولات کشاورزی پایدار را تسهیل کند. همچنین، در باغبانی وعده‌ی بزرگی دارد، جایی که از انواع مختلف نانومواد برای افزایش بهره‌وری و کیفیت محصولات و کاهش فاسد شدگی پس از برداشت میوه و سبزیجات استفاده می‌شود. نانوتکنولوژی از قدرت نانومواد و روش‌های توزیع آن‌ها برای بهبود بهره‌وری محصولات باغبانی بهره می‌برد. آن‌ها مصرف زیاد کود و حشره‌کش‌های شیمیایی را کاهش می‌دهند. نانومواد ساده، هزینه‌ای مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست هستند، که اجازه می‌دهد تا آن‌ها در زمان کمتر و با تلاش کمتر و بدون آسیب رساندن به محیط زیست تولید شوند. نانوتکنولوژی کیفیت و افزایش عمر مفید محصولات باغبانی غیر فرآورده و فرآورده شده را ترویج می‌دهد. نانوسنسورها برای نظارت بر رطوبت خاک، شناسایی باقیمانده‌های حشره‌کش، تعیین نیازهای مغذی و تشخیص آفات گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سوی دیگر، استفاده نادرست از نانومواد ممکن است به گیاهان محصول آسیب بزنند و به محیط زیست آسیب وارد کند. به همین دلیل، استفاده مناسب از نانومواد بر اساس تحقیقات برای کاهش فاسد شدگی پس از برداشت محصولات باغبانی و بهبود تولید غذای با کیفیت لازم است. در نهایت، ثابت شده است که تمرین قابل توجه نانوتکنولوژی به طور قابل توجه رشد را ترویج خواهد داد، بهره‌وری را افزایش داده و هزینه‌های تولید و از دست دادن پس از برداشت را کاهش داده و از طریق حفظ کیفیت برتر و مدت زمان نگهداری محصولات تازه و فرآورده شده این رشته را بهبود خواهد داد. در دسترس بودن نانوذرات مفید و ارزیابی‌های امنیت الزامات استفاده آن‌ها در زمینه‌عمل برای اطمینان از امنیت غذایی و تغذیه‌ای جمعیت جهان در حال افزایش در چارچوب یک منظر آب و هوای تغییرکننده لازم است. استفاده گسترده‌تر از نانوتکنولوژی منجر به گلخانه‌پرورش هوشمند، کاهش پسماند پس از برداشت و بهبود کلی کیفیت محصولات خواهد شد.



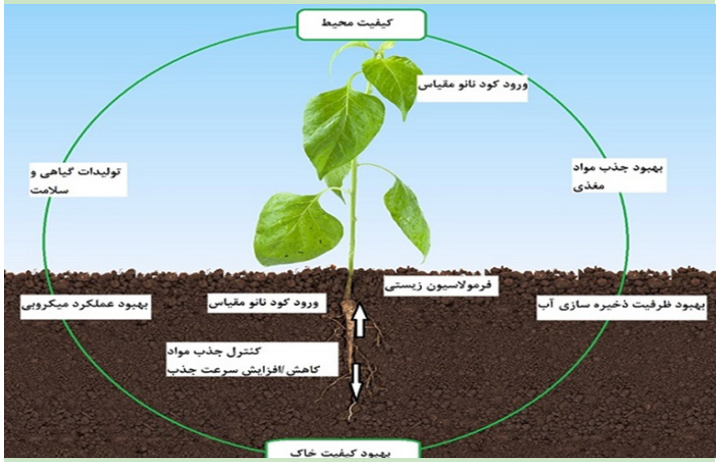
شکل ۲) اهمیت نانومواد در تولید محصولات باغی



مروری از روندهای فعلی نانوذرات مهندسی شده (ENPs)در کشاورزی پایدارنشان می‌دهد، نانوتکنولوژی یک حوزه جالب از تحقیقات چند وجهی در دیدگاه کشاورزی است. این فناوری شامل تولید مواد در سطح نانو می‌شود. نانوذرات (NPs) به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد آن‌ها مانند اندازه، شکل و واکنش‌پذیری سطحی، اکنون به عنوان بخشی اساسی از تحقیقات تبدیل شده‌اند. در بخش کشاورزی از نانوذرات مهندسی شده (ENPs)، یعنی نانوذرات فلزی، نانوذرات اکسید فلزی و لوله‌های نانو کربن (CNTs) و غیره به صورت نانوکودها و نانوآفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها استفاده شده‌اند. بنابراین، استفاده مناسب از نانوذرات می‌تواند یک پلتفرم پایدار و کارآمد برای تأمین نیازهای غذایی جمعیت بزرگ جهانی فراهم کند. از آنجایی‌که استفاده از نانوتکنولوژی در کشاورزی و صنعت غذا، منجر به افزایش عملکرد محصولات با کیفیت غذایی بهتر و امنیت غذایی بالاتر می‌شود. علیرغم اهمیت نانو مواد، نتایج منفی نیز باید قبل از استفاده از آن در مقیاس بزرگ در نظر گرفت. در نتیجه در عصر حاضر، جمعیت جهان با چالش‌های مهمی در بسترهای متعدد، به ویژه در زمینه مربوط به غذا و کشاورزی مواجه شده‌اند. غذا نیاز اولیه برای بقای جمعیت است. بنابراین، نیاز غذایی فشار زیادی بر بخش‌های کشاورزی برای تقاضای آن‌ها وارد می‌کند. با این حال، نیاز مبرمی به تکامل و ترکیب چنین تکنیکی وجود دارد که بتواند تولید محصولات کشاورزی پایدار را حفظ کند. بنابراین، فناوری نانو به یک زمینه کارآمد برای تحقیقات در تولید محصولات کشاورزی تبدیل شده است. اهداف توسعه هزاره ملل (MDG) اهدافی را برای برآوردن نیازهای میلیون‌ها نفری که با کمبود دسترسی به نیازهای اولیه انسانی مانند آب آشامیدنی سالم، منبع انرژی، بهداشت و آموزش مواجه هستند، تعیین کرده‌اند. بنابراین، فناوری نانو می‌تواند با دستیابی به اهداف توسعه هزاره، اما با مراقبت از خطرات احتمالی فناوری نانو برای کشورهای در حال توسعه، به نعمتی برای رفاه بشر تبدیل شود. در مورد نانوتکنولوژی، ورود نانومواد تولیدی با تهدیدات متعددی مرتبط با صنعت کشاورزی و مواد غذایی همراه است. اما این بدان معنا نیست که استفاده از ENPها تنها می‌تواند خطر ایجاد کند. بنابراین، مطالعات علمی زیادی در حمایت از کاربرد جدید نانوذرات در زمینه بهره‌وری کشاورزی گزارش شده است. به دلیل ویژگی منحصر به فرد آن‌ها مانند اندازه، شکل، چگالی، واکنش‌پذیری سطح و هدف قرار دادن آن‌ها، محققان بالقوه از نانومواد با دامنه‌های مختلف از طریق کاربردهای مختلف استفاده می‌کنند، با افزایش تحقیقات در مورد استفاده از مواد در مقیاس نانو (نانوذرات کربن، نانوذرات فلزی، نانوذرات اکسید فلز) آن‌ها.



برای مدیریت محصول، برای دستیابی به نیاز مواد مغذی، افزایش فعالیت‌های میکروبی، سرکوب در دسترس بودن بیماری، افزایش دسترسی به مواد مغذی برای گیاه و همچنین افزایش عملکرد و بهره وری محصول مفید است. امروزه نانوذرات مانند نانوذرات فلزی و اکسید فلزی، نانولوله‌های کربنی مانند نقاط کوانتومی کربنی، نقاط کوانتومی گرافن، اکسید گرافن و نانولوله‌های کربنی تک و چند جداره به گونه‌ای دستکاری می‌شوند که می‌توان از آن برای بهبود عملکرد محصول و همچنین کاهش سمیت در قالب نانو کودها، نانو آفت کش‌ها، نانو علف کش‌ها، محرک‌ها و افزودنی‌های غذایی و تولید مواد غذایی استفاده کرد. بنابراین، فناوری نانو پتانسیل و کاربرد قابل توجهی برای آوردن کشاورزی پایدار دارد.



شکل ۳) مزایای کود نانو در کشاورزی مدرن

امروزه با افزایش جمعیت، کم شدن منابع آبی و همچنین افزایش قیمت زمین‌های زراعی، کشاورزی به روش مکانیزه از اهمیت خاصی برخوردار شده و در این میان با ورود نانوتکنولوژی به عرصه تولید کودها، از یک سو به دلیل پایین آمدن pH محصولات و نیز ریز شدن ذرات کودی تا حد یون قدرت جذب آن‌ها توسط گیاه به نحو چشمگیری افزایش یافته و از سوی دیگر با توجه به نیاز کم‌تر به کودها توجیه اقتصادی و هزینه تولید در واحد سطح برای کشاورزان بسیار مناسب شده است. با بررسی اثر متقابل کم آبیاری، بافت خاک و استفاده از نانو کود بر اجزای عملکرد دارویی گیاه ریحان مشاهده می‌گردد که آبیاری اثر معنی داری روی موسیلاژ، شاخص تورم، درصد اسانس، وزن بذر در بوته، تعداد بذر در بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد و ارتفاع گل آذین، تعداد گره در بوته و عملکرد دانه دارد. بنابراین تیمار آبیاری اثر معنی‌داری روی خصوصیات رشد گیاه ریحان داشته و با افزایش تنش بر گیاه ریحان به علت کمبود رطوبت لازم برای رشد مطلوب گیاه منجر به کاهش صفات مورد بررسی و حصول نامطلوب شاخص‌های رشد می‌گردد. در حالی که با افزایش تنش آبی درصد اسانس گیاه ریحان افزایش می‌یابد، به طوری که بیش‌ترین درصد اسانس در تیمار نانو کود تأثیر مثبتی بر درصد اسانس گیاه ریحان داشته است. در مطالعه اثرات تنش کم‌آبی و کود نانو پتاسیم بر برخی خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی در گیاه نعنا فلفلی، تنش خشکی اثر منفی بر رشد و ارتفاع، عملکردتر و خشک، کلروفیل aو رطوبت نسبی نعنافلفلی اعمال می‌کند و تعداد پنجه‌های آن کاهش می‌یابد. این مسأله را چنین می‌توان توجیه کرد که رشد رویشی ضعیف ناشی از کمبود آب، سبب افت در عملکرد نهایی شده است.

براساس این نتایج می‌توان بیان کرد، با اینکه کاهش میزان آب مصرفی در دسترس گیاه از عملکرد و رطوبت گیاه کاسته است اما با محلول پاشی نانوپتاسیم در سطوح مختلف تا حد زیادی اثرات سوء تنش خشکی بر نعنافلفلی کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش خشکی تا سطح ۶۰ درصد طرفیت زراعی میزان اسانس نیز افزایش یافته، ولی با تشدید تنش خشکی، عملکرد اسانس کاهش می‌یابد. این کاهش عملکرد که به‌تبع کاهش رطوبت خاک می‌باشد ممکن است ناشی از اثرات زیان‌آور تنش خشکی بر رشد و عملکرد پیکر رویشی گیاه باشد.

در نتیجه تنش خشکی باعث افزایش کلروفیل b، پرولین و کربوهیدرات محلول در گیاه می‌شود، طوری که بیشترین میزان این ترکیبات در تنش شدید مشاهده گردیده است. در آزمایشی تأثیر نانو ذرات سیلیسیم دی‌اکسید بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی ریشه‌های موئین دو گونه بذرالبنج مشبک و کوتاه، که نانو ذرات سیلیسیم دی اکسید در نقش یک محرک جهت افزایش برخی ترکیبات پلی فنولی و ظرفیت آنتی اکسیدانی در ریشه‌های موئین بذرالبنج مشبک و کوتاه نیز استفاده می‌شود.

شکل ۴) مزایای نانو مواد شیمیایی کشاورزی نسبت به مواد شیمیایی معمولی مانند حلالیت بالا و سرعت انتشار، بهبود پایداری، کند تخریب، زیست سازگاری و رهش کنترل شده. با این حال، مواد شیمیایی متعارف کشاورزی به دلیل هزینه‌های نسبتاً پایین به راحتی توسط کشاورزان پذیرفته می‌شوند.





استفاده از نانومواد در تولید سموم مؤثر و کم خطر



حمیده قربانپور (کارشناسی ارشد ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز)

سموم شیمیایی یکی از نهاده‌های کاربردی در کشاورزی برای سالم‌سازی مواد و دفع آفات و حشرات مختلف از آن‌ها استفاده می‌شود. اما همین سموم، در صورت باقی‌ماندن بر روی محصولات کشاورزی و مواد خوراکی می‌تواند سلامت جامعه را به خطر بیاندازد. به‌همین دلیل محققان در تلاش هستند تا با کمک فناوری‌های گوناگون، از سلامتی مردم در مقابل این سموم محافظت کنند. یکی از فناوری‌های کاربردی در این حوزه، نانوفناوری است که می‌تواند سموم باقی‌مانده بر روی محصولات کشاورزی را به حداقل برساند. نانوذرات مورد استفاده به‌عنوان آفت‌کش دو نوع می‌باشند. بعضی نانوذرات به‌طور مستقیم به عنوان آفت-کش استفاده می‌شوند و شامل نانوذرات آفت‌کش آلی / غیرآلی می‌باشند که به‌طور گسترده برای مدیریت آفات، حشرات، باکتری‌ها، قارچ‌ها و بیماری‌های گیاهان مورد بررسی قرار می‌گیرند. به‌عنوان مثال، برخی از مقالات فعالیت حشره کشی نانو ذرات سیلیس را گزارش کردند. نانوذرات نیکل و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در برابر کنترل سرخرطومی‌ها، کنه گاو، پشه آنوفل مؤثر واقع شدند. بسیاری از متالوئیدها (طلا، نقره، مس، پلاتین، و..)، اکسیدهای فلزی (اکسید نقره، اکسید روی، مس اکسید، دی اکسید تیتانیوم و...) و نانوذرات غیرفلزی مانند (گوگرد کاهش اکسید گرافن و کیتوزان و...)، به‌دلیل دارا بودن خاصیت ضدقارچی به عنوان نانو آفتکش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

همچنین به دلیل فعالیت ضد باکتریایی برخی نانوذرات، در سال‌های اخیر، استفاده از فناوری نانو برای فرموله کردن آفت‌کش‌ها به‌صورت ذرات نانوکریستالی بسیار مورد توجه بوده است. گفتنی است، استفاده از سموم عمدتاً در زمانی صورت می‌گیردکه علائم آفت همچون تغییررنگ برگ‌ها و اندام گیاهی قابل مشاهده باشند، در نتیجه با سریعترین اقدامات هم مقداری از محصول از بین می‌رود. نانو حسگرهای زیستی ابزارهایی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان در همان مراحل ابتدایی ورود بیماری آن‌ها را شناسایی و در نتیجه برای کنترل آن‌ها اقدام نمود. نانو حسگرها شامل ترکیبات زیستی همچون یک سلول، آنزیم و یا آنتی‌بادی متصل به یک مبدل انرژی هستند و قادرند تغییرات ایجاد شده در محیط اطراف خود را گزارش کنند. این گزارش توسط سیگنال‌هایی که مبدل انرژی متناسب با مقدار آلودگی تولید می‌کند، توسط گیرنده‌ها دریافت شده، بنابراین در صورت تجمع عامل بیماری در اطراف این حسگرها سیگنال‌های قوی فرستاده شده و حضور آلاینده‌ها در محیط در ظرف چند دقیقه قابل تشخیص است. این در حالی است که تشخیص بیماری با استفاده از روش‌های رایج به حداقل ۴۸ ساعت زمان نیاز دارد. نانو تکنولوژی پتانسیل اجرایی در همه جنبه‌های کشاورزی، فرآوری، بسته‌بندی و حتی نظارت‌های غذایی و زراعی را دارد.

پیشرفت های اخیر در زمینه علم کشاورزی، امکان تولید ذرات نانویی را فراهم کرده است که می‌توانند در حوزه‌های مختلف کشاورزی کاربرد گسترده‌ای داشته باشند. مورد استفاده به‌عنوان آفت‌کش دو نوع می‌باشند. بعضی نانوذرات به‌طور مستقیم به عنوان آفت-کش استفاده می‌شوند و شامل نانوذرات آفت‌کش آلی / غیرآلی می‌باشند که به‌طور گسترده برای مدیریت آفات، حشرات، باکتری‌ها، قارچ‌ها و بیماری‌های گیاهان مورد بررسی قرار می‌گیرند. به‌عنوان مثال، برخی از مقالات فعالیت حشره کشی نانو ذرات سیلیس را گزارش کردند. نانوذرات نیکل و نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در برابر کنترل سرخرطومی‌ها، کنه گاو، پشه آنوفل مؤثر واقع شدند. بسیاری از متالوئیدها (طلا، نقره، مس، پلاتین، و..)، اکسیدهای فلزی (اکسید نقره، اکسید روی، مس اکسید، دی اکسید تیتانیوم و...) و نانوذرات غیرفلزی مانند (گوگرد کاهش اکسید گرافن و کیتوزان و...)، به‌دلیل دارا بودن خاصیت ضدقارچی به عنوان نانو آفتکش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین به دلیل فعالیت ضد باکتریایی برخی نانوذرات، در سال‌های اخیر، استفاده از فناوری نانو برای فرموله کردن آفت‌کش‌ها به‌صورت ذرات نانوکریستالی بسیار مورد توجه بوده است. گفتنی است، استفاده از سموم عمدتاً در زمانی صورت می‌گیردکه علائم آفت همچون تغییررنگ برگ‌ها و اندام گیاهی قابل مشاهده باشند، در نتیجه با سریعترین اقدامات هم مقداری از محصول از بین می‌رود. نانو حسگرهای زیستی ابزارهایی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان در همان مراحل ابتدایی ورود بیماری آن‌ها را شناسایی و در نتیجه برای کنترل آن‌ها اقدام نمود. نانو حسگرها شامل ترکیبات زیستی همچون یک سلول، آنزیم و یا آنتی‌بادی متصل به یک مبدل انرژی هستند و قادرند تغییرات ایجاد شده در محیط اطراف خود را گزارش کنند. این گزارش توسط سیگنال‌هایی که مبدل انرژی متناسب با مقدار آلودگی تولید می‌کند، توسط گیرنده‌ها دریافت شده، بنابراین در صورت تجمع عامل بیماری در اطراف این حسگرها سیگنال‌های قوی فرستاده شده و حضور آلاینده‌ها در محیط در ظرف چند دقیقه قابل تشخیص است. این در حالی است که تشخیص بیماری با استفاده از روش‌های رایج به حداقل ۴۸ ساعت زمان نیاز دارد. نانو تکنولوژی پتانسیل اجرایی در همه جنبه‌های کشاورزی، فرآوری، بسته‌بندی و حتی نظارت‌های غذایی و زراعی را دارد. پیشرفت های اخیر در زمینه علم کشاورزی، امکان تولید ذرات نانویی را فراهم کرده است که می‌توانند در حوزه‌های مختلف کشاورزی کاربرد گسترده‌ای داشته باشند.



محیط‌زیست سالم در گرو کاربرد نانومواد در کشاورزی



شیما حبیبی کوه‌کمر (دانشجوی کارشناسی ارشد تولید محصولات گلخانه‌ای)

نانوتکنولوژی فناوری پیشرفته است که با مواد در مقیاس نانو سر وکار دارد و یک حوزه چند رشته‌ای است که زمینه‌های مختلفی از جمله مهندسی، زیست‌شناسی، فیزیک و شیمی را پوشش می‌دهد که در کنار هم ویژگی‌های منحصر به فرد نانومواد را با طیف وسیعی از کاربردها نشان می‌دهند. بلوک‌های سازنده فناوری نانو، نانوذرات (NPs) هستند که ابعاد آن‌ها بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر متغیر است. نانوذرات و مواد حجیم در پارامترهایی مانند قدرت فیزیکی، واکنش‌پذیری، هدایت الکتریکی، ویژگی‌های بصری و مغناطیسی با یکدیگر متفاوت هستند. این ویژگی‌ها باعث استفاده از NPs در زمینه‌های متنوعی مانند انرژی، داروسازی، زیست پزشکی، مواد آرایشی، منسوجات، مواد غذایی و کشاورزی می‌شوند. کودها، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌های شیمیایی که در حال حاضر استفاده می‌شوند برای محیط زیست و سلامت انسان خطرناک بوده و بسیار گران هستند. بخش بزرگی از این نهاده‌های شیمیایی پس از کاربرد، از طریق آبشویی، تبخیر و آب باران از دسترس گیاه خارج شده و وارد منابع آبی و خاکی می‌شود؛ به سلامت انسان و جانوران آسیب‌زده و سبب مرگ موجودات آبزی و خاکزی می‌شود که آثار زیانباری بر اکوسیستم دارد. نانوذرات به دلیل اندازه کوچک و سطح بزرگ‌تر با مواد حجیم متفاوت هستند. نسبت سطح به حجم بالای نانومواد سبب افزایش جذب و کارایی مصرف نهاده‌های کشاورزی نظیر کودها، محرک‌های رشد گیاهی، علف کش‌ها و آفت کش‌ها می‌شود و در نتیجه میزان مصرف این مواد را کاهش داده و منجر به کاهش آلودگی محیط زیست با مواد شیمیایی می‌گردد. از سوی دیگر، فرمول‌های نوآورانه نانو بسیار کارآمد، هدفمند و ایمن هستند. مطالعات چند سال گذشته نشان داده‌است که نانوتکنولوژی با استفاده از نانوحسگرها، تنظیم‌کننده‌ها یا محرک‌های رشد گیاهی، مکمل‌های غذایی، بهبود گیاهان و جانوران با روش‌های ژنتیکی، سیستم انتقال هوشمند داروها، آفت‌کش‌ها و کودها توانایی ایجاد انقلاب در بخش‌های کشاورزی، غذا و سلامت را دارد. نانوذرات با روش‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی سنتز می‌شوند. اگرچه سنتز نانوذرات به روش‌های فیزیکی و شیمیایی بسیار متداول است، اما استفاده از مواد شیمیایی سمی کاربرد آن‌ها را در زمینه‌های مرتبط با سلامت، کشاورزی و غذا محدود می‌کند. با این حال، نانوذرات سنتز شده با رویکرد زیست‌زا پراکندگی وزن مولکولی، ابعاد و همچنین پایداری خوبی را نشان داده‌اند. علاوه بر این، روش‌های بیولوژیکی سنتز نانوذرات را در pH، دما و فشار فیزیولوژیکی نیز امکان‌پذیر می‌سازند. به طوری که بیونانوذرات مقرون به صرفه و سازگار با محیط‌زیست هستند. تحقیقات در زمینه نانوتکنولوژی در حال پیشرفت است که عمدتاً به دلیل خواص ارزشمند نانومواد و محصولاتی است که در تمام زمینه‌ها مؤثر واقع شده‌اند.

سنتز بیولوژیکی نانوذرات

چندین منبع غیرشیمیایی مانند گیاهان و میکروارگانیسم‌ها (قارچ‌ها، مخمرها و باکتری‌ها) برای سنتز نانوذرات وجود دارد. از جمله مثال‌های معروف نانوذرات ارگانیک می‌توان به نانوذرات نقره، نانوذرات الگوئین، نانوذرات چربی و نانوذرات پلیمری اشاره کرد. سنتز نانوذرات توسط عصاره‌های گیاهی سنتز نانوذرات توسط گیاهان به دلیل روش بیوسنتز یک مرحله‌ای آن، توجه محققان را به خود جلب کرده است. جهت تهیه عصاره برای سنتز نانوذرات از قسمت‌های گیاهی مانند ریشه، برگ، اندام هوایی، میوه و پوست استفاده می‌شود. گیاهان به عنوان جایگزین مؤثر برای سنتز نانوذرات در نظر گرفته می‌شوند. زیرا عصاره‌های گیاهی عاری از مواد سمی هستند. همچنین گیاهان عوامل کاهنده و پوشاننده مورد نیاز برای سنتز و تثبیت نانوذرات را فراهم می‌کنند. گزارشات متعددی در مطالعات وجود دارد که نقش عصاره‌های مختلف گیاهی را در سنتز نانوذرات توصیف می‌کنند. برخی از گزارشات تولید نانوذرات طلا و نقره را با استفاده از عصاره‌های شمعدانی، آلوئه‌ورا، برگ‌های خشک شده درخت کافور و درخت چریش نشان می‌دهند. علاوه بر این، اوژنول و کاربازول‌های حاصل از عصاره‌های میخک و درخت کاری نیز به عنوان یک عامل کاهنده برای سنتز نانوذرات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، بیوسنتز نانوذرات طلا نیز با استفاده از عصاره برگ لاله عباسی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. سنتز نانوذرات توسط میکروارگانیسم‌ها سنتز نانومواد توسط میکروارگانیسم‌ها به عنوان رویکردی‌امیدوارکننده ظاهر شده است که پتانسیل زیادی به عنوان روش سازگار با محیط زیست و مقرون به صرفه دارد و از نیاز به مواد شیمیایی سمی برای سنتز این مواد اجتناب می‌کند. میکروارگانیسم‌ها به دلیل وجود ریداکتازها به تجمع و کاهش نمک‌های فلزی به نانوذرات فلزی با اندازه کوچک و پراکندگی وزن مولکولی کم‌تر معروف هستند. در سال‌های گذشته گزارش شده است که میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌ها (همچنین اکتینومیست‌ها)، قارچ‌ها و مخمرها نانوذرات فلزی را هم به صورت درون سلولی و هم به صورت برون سلولی سنتز می‌کنند. در مطالعات چندین پروتکل برای سنتز نانوذرات به روش بیولوژیکی با استفاده از پروتئین‌ها، پپتیدها، آنزیم‌ها و کوفاکتورها به عنوان عوامل کاهنده وجود دارد. همچنین همه این عوامل پوششی را برای سنتز نانوذرات و نیز جلوگیری از تجمع و پایداری کلی نانوذرات فراهم می‌کنند.

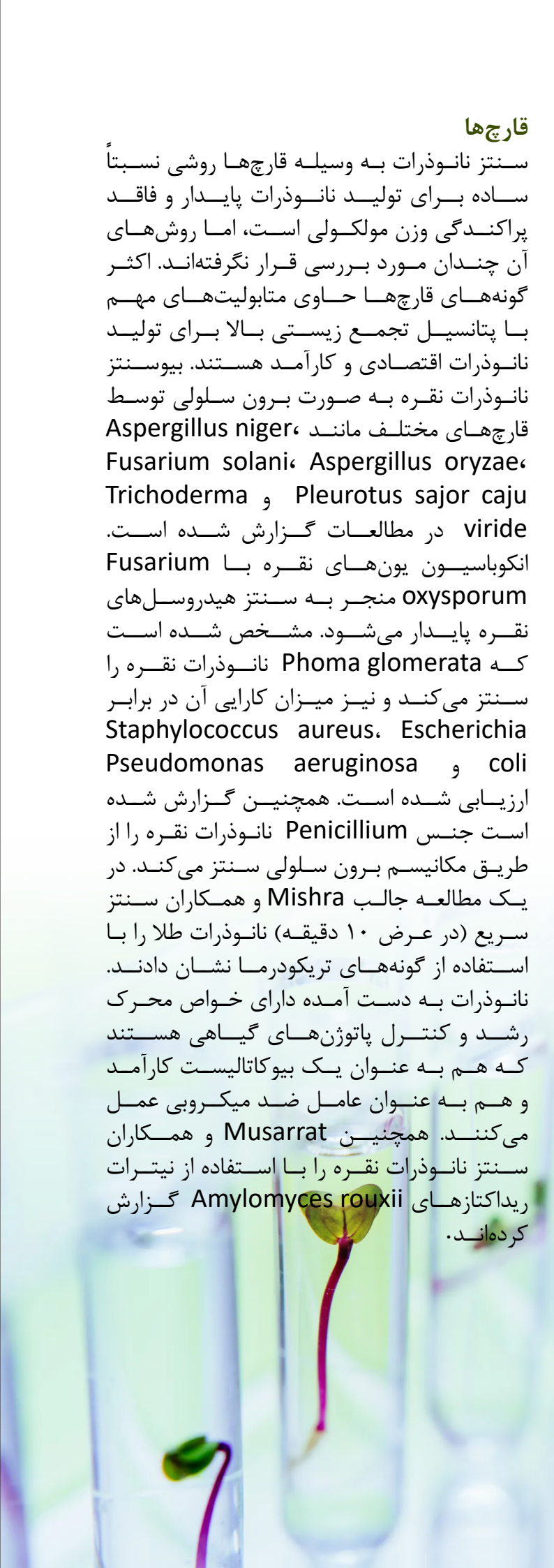


باکتری‌ها

در شرایط طبیعی، باکتری‌ها در شرایط محیطی متنوع و سخت رشد می‌کنند و دارای روش‌های بیولوژیکی برای مقابله با غلظت‌های بالای یون‌های فلزی هستند که شامل تغییرات در غلظت یون‌های فلزی با استفاده از تغییرات حالت ردوکس، پمپ‌های خروجی و تجمع فلزات و تشکیل کمپلکس‌های خارج سلولی می‌باشد. در مقالات، باکتری‌هایی از جمله Pseudomonas deceptionensis، Weissella oryzae، Bacillus methylotrophicus، Brevibacterium frigoritolerans و Bhargavaea indica برای سنتز نانوذرات نقره و طلا ثبت شده‌اند. با این حال، گزارشات متعددی در مورد باکتری‌های متعلق به جنس Bacillus برای سنتز نانوذرات وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به Bacillus licheniformis، Bacillus amyloliquefaciens، Rhodobacter sphaeroides اشاره کرد. گونه‌های باکتریایی مانند Listeria monocytogenes و Streptomyces anulatus نیز در سنتز نانوذرات بکار رفته‌اند. جنس‌های باکتریایی که در مقالات برای سنتز نانوذرات فلزی گزارش شده‌اند عبارتند از Aeromonas، Bacillus، Brevibacterium، Corynebacterium، Desulfovibrio، Escherichia، Enterobacter، Klebsiella، Lactobacillus، Pseudomonas، Pyrobaculum، Plectonemaboryanum و Shewanella همه این گزارش‌ها نشان می‌دهد که سنتز باکتریایی نانوذرات به آنزیم نیترات ریداکتاز بستگی دارد.

قارچ‌ها

سنتز نانوذرات به وسیله قارچ‌ها روشی نسبتاً ساده برای تولید نانوذرات پایدار و فاقد پراکندگی وزن مولکولی است، اما روش‌های آن چندان مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. اکثر گونه‌های قارچ‌ها حاوی متابولیت‌های مهم با پتانسیل تجمع زیستی بالا برای تولید نانوذرات اقتصادی و کارآمد هستند. بیوسنتز نانوذرات نقره به صورت برون سلولی توسط قارچ‌های مختلف مانند Aspergillus niger، Fusarium solani، Aspergillus oryzae، Pleurotus sajor caju و Trichoderma viride در مطالعات گزارش شده است. انکوباسیون یون‌های نقره با Fusarium oxysporum منجر به سنتز هیدروسل‌های نقره پایدار می‌شود. مشخص شده است که Phoma glomerata نانوذرات نقره را سنتز می‌کند و نیز میزان کارایی آن در برابر Staphylococcus aureus، Escherichia coli و Pseudomonas aeruginosa ارزیابی شده است. همچنین گزارش شده است جنس Penicillium نانوذرات نقره را از طریق مکانیسم برون سلولی سنتز می‌کند. در یک مطالعه جالب Mishra و همکاران سنتز سریع (در عرض ۱۰ دقیقه) نانوذرات طلا را با استفاده از گونه‌های تریکودرما نشان دادند. نانوذرات به دست آمده دارای خواص محرک رشد و کنترل پاتوژن‌های گیاهی هستند که هم به عنوان یک بیوکاتالیست کارآمد و هم به عنوان عامل ضد میکروبی عمل می‌کنند. همچنین Musarrat و همکاران سنتز نانوذرات نقره را با استفاده از نیترات ریداکتازهای Amylomyces rouxii گزارش کرده‌اند.



مخمر

درست مانند سایر میکروارگانیسم‌ها، مخمرها نیز این توانایی را دارند که مقادیر زیادی فلزات سمی را از محیط اطراف خود جمع کنند تا خود را با محیط حاوی فلزات سمی سازگار سازند. برای این کار، مخمر از مکانیسم‌های سم‌زدایی مختلف مانند کلات‌سازی، رسوب زیستی، جذب زیستی و جداسازی برون سلولی استفاده می‌کند. در مقالات به چندین پژوهش در مورد سنتز نانوذرات با استفاده از مخمر اشاره شده است. Dameron و همکاران سنتز نانوذرات کادمیوم را با استفاده از Candida glabrata نشان داده‌اند. مطالعات مشابهی با استفاده از سلول‌های Schizosaccharomyces pombe برای مطالعه همبستگی بین سنتز نقاط کوانتومی کادمیوم و فاز رشدی مخمر انجام شد. نانوذرات طلا نیز با استفاده از Pichia jadinii به صورت درون سلولی سنتز شدند. مخمر دریایی Rhodosporidium diobovatum برای سنتز درون سلولی نانوذرات سرب پایدار ثبت شده است.

ذرات زیستی

جدای از میکروارگانیسم‌ها، فهرستی از ذرات زیستی مانند ویروس‌ها، پروتئین‌ها، پپتیدها و آنزیم‌ها وجود دارد که در مقالات نقش آن‌ها در بیوسنتز نانوذرات گزارش شده است. ویروس لکه‌دار کلروتیک لوبیا چشم بلبلی و ویروس موزاییک لوبیا چشم بلبلی برای معدنی‌سازی مواد غیرآلی استفاده شده‌اند. علاوه بر این، گزارشی از معدنی‌سازی سولفید و نانوسیم‌های کریستالی به واسطه ویروس موزاییک تنباکو (TMV) وجود دارد. پپتیدها همچنین مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و برای هسته‌زایی رشد نانوکریستال‌ها مناسب بودند که از طریق غربالگری ترکیبی شناسایی شدند و بر روی سطح باکتریوفاژ M۱۳ نشان داده شدند.

نتیجه‌گیری

استفاده از مولکول‌های زیستی طبیعی با استفاده از رویکرد سبز نقش کلیدی در سنتز نانومواد با اشکال و اندازه‌های مختلف دارد. علاوه بر این، رویکرد «سنتز سبز» نه تنها هزینه را به حداقل می‌رساند، بلکه نیاز به مواد شیمیایی خطرناک را نیز محدود می‌کند و سنتز نانوذرات سبز، ایمن و دوستدار محیط زیست را تحریک می‌کند.



نانو کودهای مؤثر و کم خطر در تولید محصولات کشاورزی



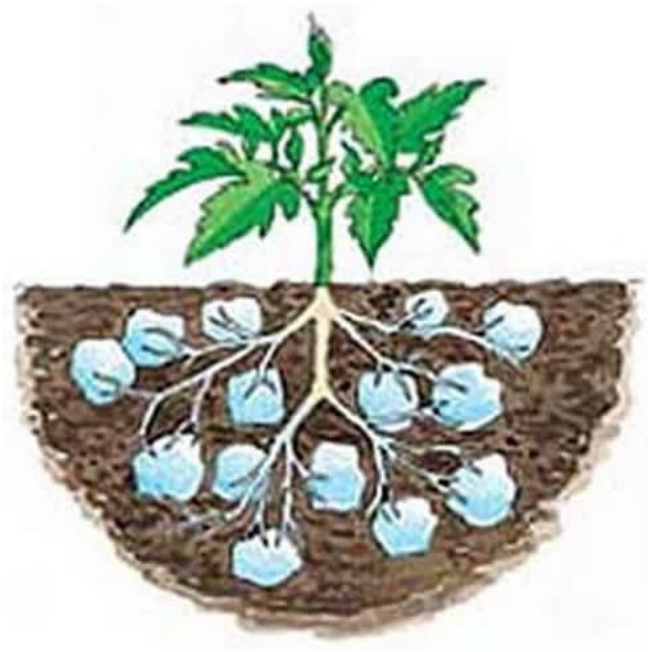
حمیده قربانپور (کارشناسی ارشد ژنتیک و به‌نژادی گیاهی،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز)

نانو زیست فناوری که امروز تقریباً در تمام عرصه‌های زندگی روزانه ما حضور دارد، علمی جدید و میان رشته‌ای است که شامل طراحی، تولید و کاربرد زیستی مواد در مقیاس مولکولی و نانومتر است. نانو زیست فناوری ترکیبی از نانوفناوری و زیست فناوری و همچنین، پردازش شیمیایی و فیزیکی، علم مواد و مهندسی سیستم با هدف به‌دست‌آوردن محصولات جدید که در مقیاس نانو اصلاح شده‌اند. نانو مواد به علت دارا بودن خواص شیمیایی، فیزیکی و فیزیولوژیکی در بسیاری از رشته‌ها مانند: کشاورزی، صنایع غذایی، دارو و درمان، الکترونیک، علم مواد و... به‌سرعت مورد استفاده قرار گرفته است.



کودهای شیمیایی موادی هستند که جهت افزایش عملکرد محصولات زراعی به دلیل نقش آن‌ها در تسهیل دسترسی به عناصر غذایی برای رشد گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. از بین رفتن حاصلخیزی خاک در بسیاری از کشورهای درحال توسعه به علت برداشت و خروج عناصر غذایی با کاشت ارقام اصلاح شده و مصرف کودهای شیمیایی یک خطر جدی برای امنیت غذایی و محیطی به حساب می‌آید. افزایش ماده خشک با روش‌های به‌زراعی و به‌نژادی یکی از اهداف مورد نظر در تولید گیاهان می‌باشد. عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. با توجه به نیاز روز افزون به گیاهان و تأثیر کودها بر روی کیفیت و کمیت آن‌ها، لازم است که بهترین کودها برای افزایش کارایی شناسایی شوند. کشاورزان جهت دسترسی به عملکرد بالا به مصرف کودها در طولانی مدت متوسل شده‌اند که این عامل باعث ایجاد تغییرات و خسارات در اکوسیستم و آب‌های شیرین شده است. به همین دلیل راه-های مختلفی برای مقابله با این مشکل ارائه شده‌است. یکی از این رویکردها ساخت و تولید نانو کودها هستند که یا به‌صورت نانو ذرات بوده که می‌توانند عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار دهند و یا به‌صورت موادی هستند که عملکرد کودهای سنتی را افزایش می‌دهند اما به‌طور مستقیم عناصر غذایی نیستند. بر همه روشن است که استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی برای سلامت انسان، حیوانات، گیاهان محصولات کشاورزی و محیط زیست آثار جبران ناپذیری دارد. به‌همین دلیل استفاده از نانو کودها به‌علت قابلیت جذب بیشتر توسط گیاهان، نیاز به استفاده از کودها را کاهش می‌دهد. افزایش در تولید بستگی به نوع کود مورد استفاده دارد. کودهای تولید شده با فناوری نانو در مقایسه با کودهای شیمیایی معمولی علاوه بر اینکه عناصر غذایی را به -تدریج و کنترل شده در اختیار گیاه قرار می‌دهند، کارایی کاربرد کودها را افزایش داده و آلودگی خاک و خطرات زیست محیطی کودهای شیمیایی را نیز کاهش می‌دهند. نانو کودها می‌توانند حاوی عناصر محرک رشد باشند که در پلیمرهایی در ابعاد کپسوله شده و به‌همین دلیل یک انتشار آهسته، هدفمند و کارآمد دارند. این کودها جذب عناصر توسط گیاه را تسریع کرده رشد گیاه را افزایش و عملکرد را افزایش می‌دهند.





فناوری نانو ذرات گامی مؤثر در اصلاح نباتات



حمیده قربانپور (کارشناسی ارشد ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز)

طبق آمار به دست آمده جمعیت کشور ایران در ۲۰ سال آینده به ۱۰۰ میلیون نفر می‌رسد. بدون شک تأمین غذای این جمعیت که عمدتاً مصرف‌کننده هستند، بار عظیمی بر دوش جامعه خواهد گذاشت. درسال ۱۹۶۶سرانه ۰/۴۵ هکتار زمین قابل کشت درجهان، به ۰/۲۵ هکتار کاهش یافته است. پیش‌بینی می‌شود که این میزان در سال ۲۰۵۰ به ۰/۱۵ هکتار برسد. این بدین‌معنی است که حتی اگرجمعیت کره زمین را ثابت نگه داریم، خروجی تولیدات کشاورزی از زمین‌های قابل کشت، دو برابر شود. شروع اصلاح گیاهان توسط انسان با آغاز کشاورزی همراه بوده است و هر ساله بذور مرغوب‌تر برای سال آینده انتخاب می‌شد. سال‌های بعد محققان با شناخت کافی از سیستم تولید مثل گیاهان، دورگ‌گیری بین ارقام مختلف را انجام دادند و شمار زیادی از واریته‌های جدید تولید شدند. با این وجود، پیشرفت اصلاح نباتات بازهم چشم‌گیر نبود، زیرا تلاقی‌ها بدون اطلاع از اصول ژنتیکی صورت می‌گرفت و نتایج حاصل، بیشتر به شانس و تصادف بستگی داشت. در حال حاضر، اکثر روش‌های اصلاح نباتات، با توجه به قوانین ژنتیکی برنامه‌ریزی شده‌اند و پیشرفت-های چشمگیر و سریعی در به‌نژادی گیاهان مختلف مدیون کشف این قوانین است.



از جمله هدف‌های کلی اصلاح نباتات، افزایش عملکرد در واحد سطح، بالا بردن کیفیت محصولات کشاورزی و تولید مواد اولیه مورد نیاز جوامع انسانی است. هدف‌های نامبرده شده در صورتی به وقوع می‌پیوندد که شرایط محیطی مناسب باشد، ولی امکان ایجاد چنین شرایطی با توجه به تنش‌های زنده و غیرزنده موجود و ایجاد نژادهای بیماری‌زای جدید که هر ساله روبه افزایش است، عملکرد را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر معایب روش‌های اصلاح سنتی، هزینه‌های بالای مبارزه شیمیایی و سموم دفع آفات گیاهی و هزینه‌های مصرف نهاده‌های کشاورزی نیز وجود دارد. از سوی دیگر جدای از هزینه‌های گزافی که به کشاورزان وارد می‌شود، صدمات زیست محیطی دیگری بر منابع زیستی، مثل آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی که با مصرف سموم و آفات آلوده شده‌اند، به وجود خواهد آمد. مهندسی ژنتیک، پاسخ مناسبی در برابر این چالش‌ها است. مهندسی ژنتیک با رفع موانع موجود روش‌های اصلاح نباتات سنتی، امکان استفاده از منابع عظیم ژنتیکی موجود در دنیا را برای اصلاح گیاهان فراهم ساخته است. یکی از تکنولوژی‌های قرن جدید استفاده از فناوری نانو در رشته‌های مختلف مخصوصاً در کشاورزی و کشاورزی دقیق است. کشاورزی دقیق یک نگرش جدید در مدیریت مزرعه است. این نوع کشاورزی کمک می‌کند که بتوان با کمترین ورودی (کودها، آفت‌کش‌ها، علف-کش‌ها و...) بیشترین عملکرد محصول را بدست آورد.



در بحث اصلاح نباتات هم فناوری نانو کمک شایانی کرده است، کاربردهای نانو در اصلاح نباتات شامل:

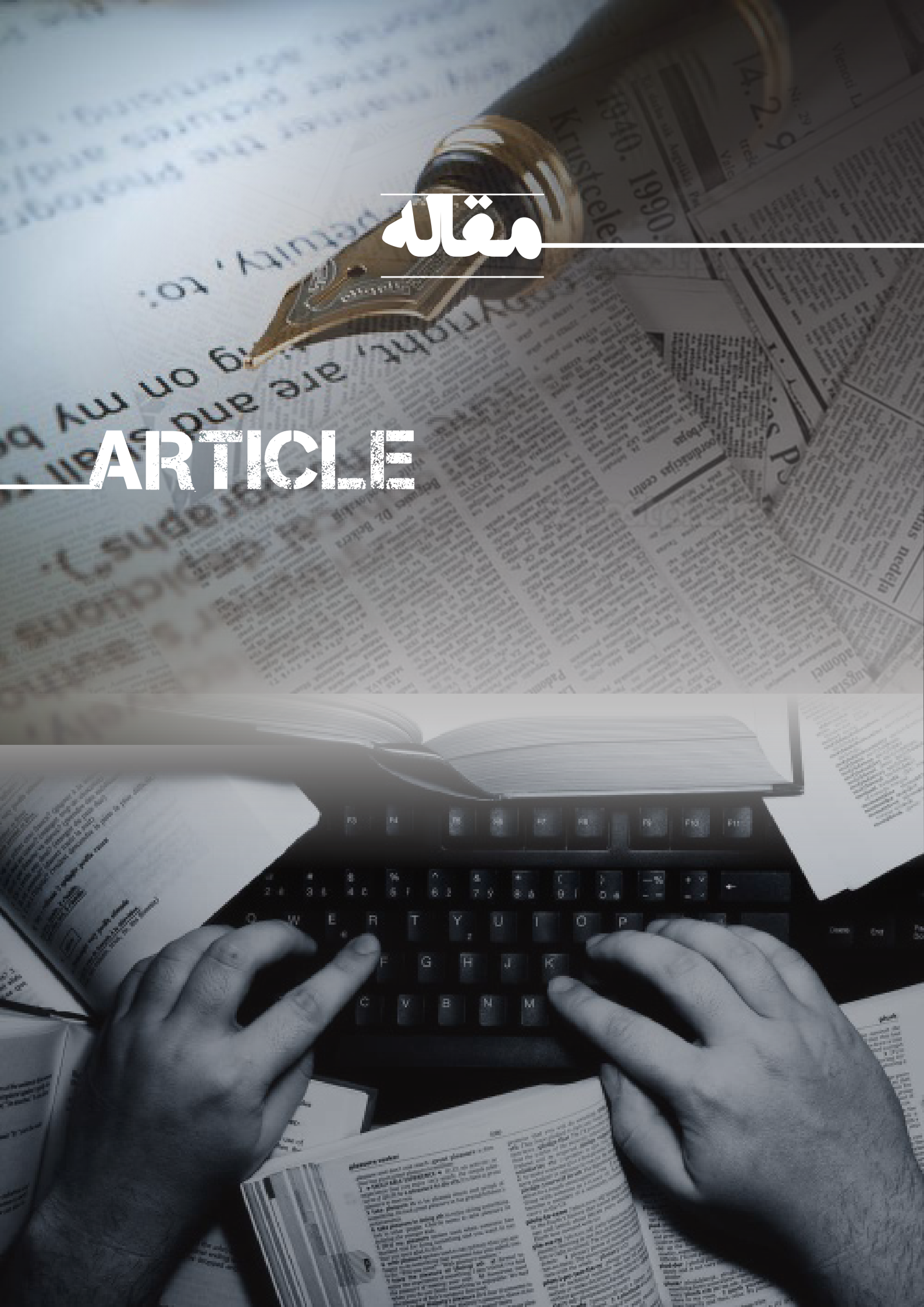
۱- انتقال ژن‌های مورد نظر به سلول گیاهی از طریق نانو مواد: در این روش از سامانه‌ی رشانش نانو ذرات طلای پوشیده با DNA یا RNA به داخل سلول استفاده می‌شود. انتقال مواد ژنتیکی، شاخه‌ای مهم و اصلی در زیست‌فناوری گیاهی است. انتقال مواد ژنتیکی مانند DNA و RNA برای ایجاد ژنوتیپ‌های متحمل در برابر آفات، عوامل بیماری‌زا و نیز تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاهان زراعی توسط تغییر در بیان ژن‌ها بسیار مهم است. سامانه‌های انتقال ژن برای تبدیل و تغییر شکل گیاه، با موانعی چون نشانه‌گیری سامانه تحویل و انتقال از میان غشای سلول، جذب و تجزیه در لیزوزوم‌های پایانی و تبادل سلولی بین DNA و هسته روبه‌رو هستند. نانو زیست‌فناوری، مجموعه جدیدی از ابزار و ادوات را برای مهندسی ژن‌ها با استفاده از نانو ذرات، نانوالیاف و نانو کپسول‌ها ارائه می‌دهد. به‌عنوان مثال، مهندسی ژنتیک کنترل شده در سلول‌ها، به‌وسیله تلفیق نانو الیاف کربن که به وسیله DNA پلاسمید، اصلاح شده‌اند. ، انجام می‌شود. نانولوله‌های کربنی را همچنین می‌توان به عنوان یک وکتور بالقوه تحویل ژن به سلول‌های گیاهی در نظر گرفت. DNA تکرشته‌ای پیچیده شده پیرامون نانولوله‌هایی با پوشش کربن، قادر هستند که به سیتوپلاسم سلول‌های گیاهی دسترسی داشته باشد. این روش برای انتقال قطعات کوتاه و کوچک dsRNA به داخل هسته سلول گیاهی برای فعال‌سازی آن‌ها بسیارمؤثر می‌باشد. همچنین استفاده از نانوذرات نشاسته نشان‌دار شده با فلورسنت به‌عنوان وسیله انتقال تراژن گیاهی گزارش شده است که در آن نانوذرات از طریق منافذ ایجاد شده با فراصوت، ژن‌ها را انتقال می‌دهند.

۲- ساخت ابزارهای جدید بیولوژی سلولی و مولکولی: این ابزارها جهت تعیین مولکول‌های خاص، شناسایی و جداسازی آن‌ها استفاده می‌گردد و کاربرد فراوانی دارد که شامل: تکنولوژی و علم تولید مثل، اصلاح نژاد، تبدیل ضایعات به انرژی و محصولات جانبی مفید و علم و تکنولوژی کودسازی و اصلاح بذر به شیوه اتمی.



مقاله

ARTICLE



Keywords: Chlorophyll content, Leaf temperature, Membrane stability, Oil content, Rapeseed

1. Introduction Oilseed rape (Brassica napus L.) is an annual crop with two winter and spring types that is cultivated under various environmental conditions. Although oilseed rape to some extent tolerates drought stress, severe water deficit could disrupt physiological processes and productivity of this crop (Ghassemi-Golezani et al. 2019). Drought stress occurs when water availability is less than critical level for plant growth and development (Boyer 1982).

Drought stress can influence different physiological processes in plants, leading to poor performance and yield (Ghassemi-Golezani and Dalil 2018). The extent of drought impacts on crop growth and yield varies with species, growth stage and severity of stress (Salehi-lisar and Bakhshayeshan-Agdam 2016). Water shortage could reduce the photosynthetic rate by closure of the stomata or by a reduction in chlorophyll content and photosynthetic capacity of the leaves (Ghassemi-Golezani and Dalil 2018). Stomata closure also results in higher leaf temperature due to the reduction in transpiration cooling under water stress (Lu et al. 1997), leading to the combination of drought and heat stresses (Mohammadi-an et al. 2005). Drought stress severely limits plant growth and yield by reducing ground green cover (Ghassemi- Golezani and Afkhami 2018), chlorophyll content of leaves and photochemical efficiency of photosys-tem II (Ghassemi-Golezani et al. 2016). Most of the drought-tolerant crops have high root/shoot ratio that can help to absorb more water from the soil and largely avoid from detrimental effects of this stress, due to high leaf water content. The high leaf water content is the result of higher osmotic regulation of plants under limited water availability (Ghassemi-Golezani et al. 2016). Drought stress can also limit nutrients uptake by the plants, which could be largely overcome by foliar spray of essential elements. Foliar spray of necessary nutrients could be an effective option, when nutrient deficiencies cannot be compensated by soil fertilization (Ghassemi-Golezani and Afkhami 2018). Since various factors influence nutrient uptake of plants in the field, foliar application of nutrients is more beneficial than soil fertilization (Khan et al. 2003). Foliar treatment of some nanoparticles may enhance the tolerance of plants to stressful conditions such as drought (Ghassemi-Golezani and Afkhami 2018) and salinity (Weisany et al. 2011; Ghassemi-Golezani and Abdoli 2021). Application of nanoparticles in low rates increases nutrient uptake and nutrient use efficiency, and decreases losses through leaching and gaseous emissions along with reducing the risk of nutrient toxicity for ensuring food security (Iqbal 2019).

IMPROVING PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE AND PRODUCTIVITY OF OILSEED RAPE UNDER DROUGHT STRESS BY FOLIAR APPLICATION OF ZN AND MG NANOPARTICLES



Kazem Ghassemi-Golezani[1]*,
Mahdieh Rajabi[2],
Roghiyeh Farzi-Aminabad[3]

Department of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, East Azerbaijan, Iran.
Journal of Plant Physiology and Breeding
2023, 13(2): 217-229
ISSN: 2008-5168
DOI: 10.22034/JPPB.2023.56387.1304
Received:April 30, 2023
Accepted: July 20, 2023

Abstract:
A field experiment was laid out as split plot on the basis of randomized complete block design with three replicates in 2018, to assess the responses of rapeseed (Brassica napus L.) plants to foliar treatment of nanoparticles (ZnO and MgO) under different watering levels (I1, I2, I3, I4: Irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation as normal irrigation, and mild, moderate and severe stresses, respectively). Water shortage led to increased leaf temperature and decreased leaf water content, membrane stability, chlorophyll content and plant biomass, that resulted in reduction of grain yield per unit area. Foliar application of nanoparticles enhanced grain and oil yields of rapeseed via reducing some of detrimental impacts of water limitation on leaf temperature, chlorophyll content, membrane stability, plant height, plant biomass, grains per plant, and 1000 grains weight. Therefore, foliar spray of these nanoparticles could be a superior treatment for alleviating some of the adverse effects of drought stress on physiology and productivity of rapeseed plants in the field.

Irrigation treatments (I1, I2, I3 and I4: irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation from class A pan as normal irrigation and mild, moderate and severe water deficits, respectively) and foliar sprays (water, 1g/l nano-ZnO and 1g/l nano- MgO) were assigned to the main and sub plots, respectively. Six rows with 2 m length and 25 cm distance within each plot were prepared for sowing. The purity of nano-particles was +99%, and the particle sizes of nano-ZnO and nano-MgO were 10 - 30 nm and 20 nm, respectively.

Seeds of cultivar Dalgan (spring rapeseed) was provided by the Seed and Plant Breeding Research Institute, Karaj, Iran. The seeds were pretreated with 2 g/kg benomyl and then were sown by hand in 1-2 cm depth of soil with a density of 80 seeds/m2. All plots were regularly irrigated up to field establishment, but subsequent irrigations were carried out according to the treatments. Weeds were controlled by hand as required. Water and nanoparticles were sprayed on plants at flowering stage. Physiological traits were measured at pod filling stage, but individual plant biomass and grain yield were determined at maturity.

2.1 Physiological traits

10 g of leaves from a plant in each plot were cut and then dried in an oven for 48 h at 75°C and weighed. Leaf water content (LWC) was determined as:

$$LWC\ (\%) = ((FW - DW) / FW) \times 100$$

Where FW is leaf fresh weight and DW is dry weight.

Leaf temperature (°C) was measured by an infrared thermometer (TES-1327) in upper, middle and lower leaves of a plant from each plot, just before irrigation at pod filling stage. Mean temperature was calculated for each plot.

Membrane stability index (MSI) was determined by recording the electrical conductivity of leaf leachates in double distilled water at 40°C and 100°C. Leaf samples (0.5 g) were washed and cut into 5 discs of uniform sizes and taken in the test tubes containing 10 ml of distilled water in two sets. One set was kept at 40 °C for 30 min and another set at 100°C for 10 min. The electrical conductivities were recorded by a conductivity meter (LS90, WTW GmbH, Germany), and the MSI was calculated as:

$$MSI = (EC40°C / EC100°C) \times 100$$

Chlorophyll content index (CCI) was measured by a chlorophyll meter (CCM-200, Opti- Science, USA) in upper, middle and lower leaves of a plant from each plot. Then mean CCI was calculated for each plot.

According to Freitas et al. (2021), there is a room for more research on the effects of nanoparticles in mediating plant stress responses for future agricultural research developments. The nanoparticles can promote plant growth by facilitating efficient input delivery networks and enriching plant health (Chugh et al. 2021).
Zinc has been considered as an essential micronutrient for metabolic activities in plants including enzymes activities and biochemical reactions responsible in chlorophyll and carbohydrates formations (Auld 2001). Magnesium oxide (MgO) nanoparticles which are non-toxic and cheaply available, may have important roles in the morpho-physiological functioning of the plants (Shen et al. 2020). Photosynthetic attributes along with chlorophyll content have been reported to increase significantly in plants treated with MgO nanoparticles (Raliya et al. 2014). However, the effects of Zn and Mg nanoparticles on field performance of some plants under drought stress are not clear. So, the objective of this research is to evaluate the responses of rapeseed (Brassica napus L.) plants to foliar spray of nanoscale zinc-oxide and magnesium-oxide under normal and limited irrigation intervals.

2. Materials and methods

IA field experiment with split plot arrangement on basis of randomized complete block design in three replicates was undertaken in 2018 to investigate the impacts of foliar applications of zinc and magnesium nano-particles on rapeseed (Brassica napus L.) performance under various levels of water supply. The experimental area is located in the Research Farm of University of Tabriz, Tabriz, Iran (Latitude 38° 05'N, Longitude 46° 17'E, Altitude 1360 m above sea level), with a mean annual precipitation of 285 mm and mean annual temperature of 10°C. The properties of soil in 0-30 cm depth are presented in Table 1.

Depth [cm]	pH	Total neutralizing material [%]	Electrical conductivity [dS/m]	Total nitrogen [%]	Organic carbon [%]	Absorbable elements [mg/L]						Mineral components of soil [%]			Soil texture
						K	P	Fe	Ca	Mn	Zn	Silt	Clay	Sand	
0-30	8.0	10.5	2.92	0.04	0.37	255	4.9	2.6	0.76	3.34	0.92	14	12	74	Sandy loam

Table 1: The properties of soil in 0-30 cm depth

Source	df	Leaf water content	Leaf temperature	Membrane stability Index	Chlorophyll content Index	Plant height	Plant biomass
Block	2	8.22	0.098	2.69	10.02	14.74^{*}	0.09
Irrigation (I)	3	151.47^{**}	108.239^{**}	2023.89^{**}	359.39^{**}	70.44^{**}	7.11^{**}
Ea	6	16.34	0.211	3.58	19.59	10.21	0.03
Nanoparticle (NF)	2	21.09	7.427^{*}	1680.03^{**}	2056.87^{**}	34.63^{**}	18.23^{**}
I×NF	6	13.08	0.94037^{*}	334.69^{**}	53.22^{**}	2.71^{ns}	0.559^{**}
Eb	16	18.32	0.421	12.36	17.35	3.21	0.139
CV (%)	-	3.35	2.895	2.49	4.58	3.49	4.67

+, ++ and ns: Significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, and no significant (F-test), respectively.
Ea, Eb: Standard Errors of main and sub plots, respectively.
CV: Coefficient of variation

Table 2. Analysis of variance of the effects of foliar sprays of nano-ZnO and nano-MgO on some morpho-physiological traits of rapeseed under different irrigation intervals

3.1 Leaf water content (LWC)

Leaf water content (LWC) considerably reduced under severe water deficit (I4), but LWC reduction under mild (I2) and moderate (I3) water limitations was not statistically significant (Fig. 1A). There is a direct relationship between leaf water content and drought resistance (Dastborhan and Ghassemi-Golezani 2015). This is strongly supported by the report for milk thistle (Ghassemi-Golezani et al. 2016). Reduction of LWC under water deficit was associated with decreasing plant growth and vigor (Liu et al. 2002). A small, but not significant increase in leaf water content of nanoparticles treated plants (Fig. 1B) may be achieved by increasing root growth (Raliya et al. 2014; Prasad et al. 2012).

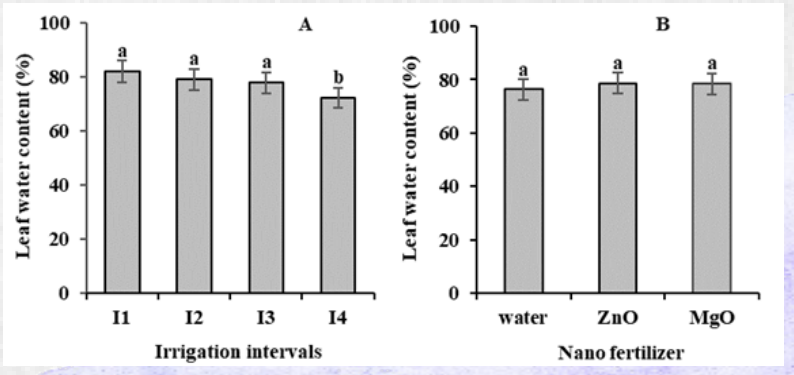


Figure 1. Means of rapeseed leaf water content under different irrigations (A) and nano fertilizers (B)
I_1, I_2, I_3, I_4: Irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation, respectively.
Different letters indicate a significant difference at $p \leq 0.05$

2.2 Plant biomass and yield parameters

At maturity, 10 competitive plants were harvested from each plot, and plant height, grains per pod, grains per plant, 1000 grains weight, grain yield per unit area were determined. Subsequently, these plants were dried in an oven at 75 °C for 48 hours and mean plant biomass for each plot was determined.

2.3 Oil content

The oil content of grains was extracted by a Soxhlet, using the AOCS method (1993). Three grams of rapeseed grains from each plot were powdered by a milling machine. The samples were poured into filter-paper tubes and placed in the Soxhlet extractor. Sum of 200 ml petroleum ether and a few pieces of stone were poured into a flask. The Soxhlet extractor and refrigerant were then installed on the flask. Then the faucet was turned on to allow water to flow into the refrigerant. When the first drop of solvent was distilled and dripped from the refrigerant, the time was recorded. The extraction of oil was continued for 5 hours and then the heat source was then turned off, cooling the vapor into a liquid. The flask was then removed from the clamp and the samples were weighed. Finally, the oil percentage and yield were determined.

2.4 Statistical analysis

Analysis of variance appropriate to the experimental design was conducted, using SAS 9.4 and MSTAT-C software. Means of each trait were compared by the Duncan multiple range test at $p \leq 0.05$. Excel software was used to draw figures.

3. Results and discussion

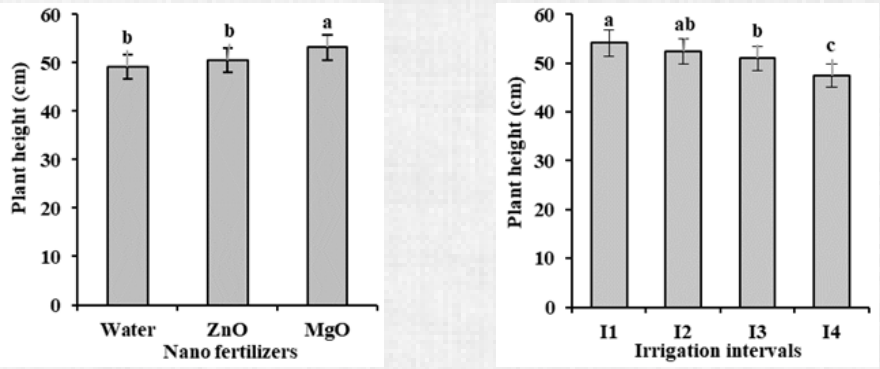
Analysis of the resulted data revealed that individual effects of irrigation intervals and nanoparticles and also interaction of these factors were significant for leaf temperature, chlorophyll content index, membrane stability index, plant biomass (Table 2), grains per pod, grains per plant, grain yield per unit area, oil percentage and oil yield (Table 3). The plant height (Table 2) and 1000 grains weight were only affected by water limitation and foliar treatments (Table 3). However, leaf water content was only affected by irrigation intervals (Table 2).

Source	df	Grains per pod	Grains per plant	1000 grains weight	Grain yield	Oil percentage	Oil yield
Block	2	0.46	455.75	0.01	13.16	9.78	4.7
Irrigation (I)	3	21.92**	66477.46**	2.04**	7320.34**	247.93**	844.14**
Ea	6	0.44	955.42	0.08	5.97	3.96	0.99
Nanoparticle (NF)	2	7.23**	24745.89**	0.58**	246.51**	86.09ns	340.59**
I×NF	6	2.73**	4541.9**	0.11ns	246.51**	10.53*	28.52**
Eb	16	0.64	504.05	0.04	6.7	2.7	1.87
CV (%)	-	12.57	10.04	6.52	4.43	6.7	8.75

+, ++ and ns: Significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, and no significant (F-test), respectively.
Ea, Eb: Standard Errors of main and sub plots, respectively.
CV: Coefficient of variation

3.5 Plant height

Increasing leaf temperature and decreasing chlorophyll content due to water deficit (Table 4) led to a significant reduction in plant height of rapeseed (Fig. 2A). Similar results were reported for safflower (Ghassemi-Golezani and Afkhami 2018). The MgO nanoparticles increased plant height, but there was no significant difference between ZnO treated and untreated plants (Fig. 2B). Magnesium increases shoot growth and plant height through increasing chlorophyll content (Table 4) and photosynthesis.



A B

Figure 2. Means of rapeseed plant height under different irrigations (A) and nano fertilizers (B)
I_1, I_2, I_3, I_4: Irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation, respectively.
Different letters indicate a significant difference at $p \leq 0.05$.

3.6 Plant biomass

Plant biomass was decreased as water supply diminished. Foliar treatment of nanoparticles significantly enhanced plant biomass under all irrigation intervals. The nano-MgO was the superior treatment followed by nano-ZnO. Reduction in plant biomass, especially under moderate and severe drought stress was the result of increasing leaf temperature and decreasing chlorophyll content (Table 4), leaf area expansion and plant growth (Ghassemi-Golezani et al. 2009). Enhancing plant biomass by nanoparticle treatments was related with changes in leaf temperature and chlorophyll content (Table 4). Magnesium plays an important role in the synthesis of chlorophyll and has a key role in several physiological processes such as the loading of photosynthates from leaves to the sinks, thereby improving plant biomass (Verbruggen and Hermans 2013). Zn also has a positive role in formation of chlorophyll and carbohydrates, leading to an increase in plant biomass (Corredor et al. 2009).

3.2 Leaf temperature

Leaf temperature was generally increased with increasing water deficit. Leaf temperature of nano-particles treated plants was almost lower than untreated plants under all levels of water supply. This difference was more evident under moderate and severe drought stress (Table 4). Variation in leaf temperature due to water stress and nano-particle treatments directly related with changes in leaf water content. So, decreasing water availability under drought stress increased leaf temperature, but foliar application of nanoparticles on plants decreased leaf temperature via increasing water status of leaves (Fig. 1). The rate of water uptake under drought stress cannot match the transpiration rate and stomata close to maintain the water balance of plants. This can enhance leaf temperature even higher than air temperature (Larcher 2000).

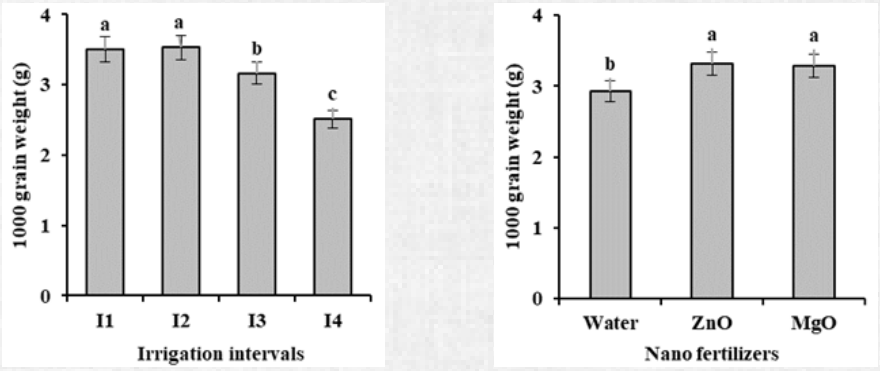
3.3 Membrane stability Index (MSI)

The membrane stability Index (MSI) of untreated plants significantly reduced under moderate and severe water deficits. The MSI of nano-ZnO and nano-MgO treated plants was significantly higher than that of untreated plants under different watering levels (Table 4). Reduction in MSI can be attributed to higher LT (Table 4) as a result of lower leaf water content (Fig. 1A). Enhancing MSI of nanoparticle treated plants could be also related with increasing LWC (Fig.1 B) and antioxidant capacity for reducing oxidative damage of membranes and ion leakage (Ducic and Polle 2005).

3.4 Chlorophyll content index (CCI)

Chlorophyll content index (CCI) of plants treated with nanoparticles especially by nano-MgO was higher than that of untreated plants under all levels of irrigation (Table 4). Chlorophyll is the main photosynthetic pigment in plants. The chlorophyll content somewhat reflects the rate of photosynthesis in plants, which is strongly affected by environmental factors (Qiu et al. 2007). Decreasing CCI under drought stress was associated with decreasing leaf water content (Fig. 1A) and increasing leaf temperature (Table 4), leading to an increment in chlorophyllase activity (Reddy and Vora 1986). Enhancing CCI by nano-MgO treatment was related with higher LWC (Fig.1 B) and the role of Mg in chlorophyll structure (Cakmak and yazici 2010).

Table 3. Analysis of variance of the effects of foliar sprays of nano-ZnO and nano-MgO on yield components and grain yield of rapeseed



A B

Figure 3. Means of rapeseed 1000 grains weight under different irrigations (A) and nano fertilizers (B)

I_1, I_2, I_3, I_4: Irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation, respectively.

Different letters indicate a significant difference at $p \leq 0.05$.

3.9 Grain yield

The grain yield per unit area was significantly decreased by drought stress, but it was increased by foliar treatments of ZnO and MgO in all watering levels. The higher grain yield was recorded in normal irrigation with MgO treatment, with no difference between normal irrigation and mild water deficit (Table 4). Loss of grain yield, especially under moderate and severe drought stress was the result of decreasing chlorophyll content, plant biomass, grains per pod, grains per plant and grain yield per plant (Table 4). The ZnO nanoparticles are stable and affordable to synthesize and have shown an appreciable potential to improve crop productivity under abiotic stresses such as drought (Deka et al. 2019). Fatemi et al. (2022) reported that MgO nanoparticles compensate for the sunflower production losses under water stress, through the improved antioxidant system, enhanced photosynthetic pigments, and increased primary metabolites. The increased grain yield in response to Zn application could be due to the higher enzymatic activity that effectively increased photosynthesis and translocation of assimilates to the grains (Zayed et al. 2011).

3.10 Oil content

Foliar application of ZnO and MgO increased oil content of rapeseed in all irrigation levels. The highest oil percentage was obtained in MgO treated plants under normal irrigation, with no significant difference between normal irrigation and mild stress. Decreasing oil yield of rapeseed with increasing water shortage was the consequence of decreasing grain yield and oil percentage (Table 4). The low oil content of drought stressed plants may be the result of shorter grain filling period under stress (Farzi-Aminabad et al. 2021). This stress induced reduction of oil content could be also related with the seed's capacity for oil accumulation and oxidation (Mohammadi et al. 2018). The higher oil production values may be related to MgO and ZnO abilities to stimulate enzymatic activities (Nandhini et al. 2019).

4. Conclusions

Moderate and severe water deficits reduced grain yield and oil content of rapeseed through increasing leaf temperature and decreasing leaf water content, membrane stability index, chlorophyll content index and plant biomass. However, foliar spray of nano-ZnO and nano-MgO improved, yield components and grain and oil yields, mainly through enhancing membrane stability index, leaf chlorophyll content and plant biomass under normal and limited irrigations. Therefore, foliar application of MgO and ZnO nanoparticles is an effective way to improve physiological performance and productivity of rapeseed plants under stressful conditions.

Table 4. Means of some trait of rapeseed for different irrigation intervals and foliar sprays

Irrigation treatment	Nanoparticle	Leaf temperature (°C)	Membrane stability (%)	Chlorophyll content index	Plant biomass (g/plant)	Grains per pod	Grains per plant	Grain yield (g/m²)	Oil (%)	Oil yield (g/m²)
	Water	16.99ef	59.67d	56.83ef	4.49e	8.17ab	248.43c	67.07e	27.88bc	18.7d
I_1	ZnO	15.59g	85.67a	59.48de	6.66b	6.08cd	298.31b	84.53c	28.8bc	24.37c
	MgO	15.83g	64.67c	71.32b	7.76a	8.87a	371.91a	106.48a	31.92a	33.98a
	Water	17.49de	58.33d	53.95fg	4.33e	6.31cd	214.98c	57.62f	25.7c	14.81e
I_2	ZnO	17.83de	84.67a	62.29cd	5.01d	7.06bc	248.04c	75.25d	26.33bc	19.79d
	MgO	16.16fg	64.00c	79.20a	6.96b	9.16a	384.23a	101.71b	29.35ab	29.83b
	Water	20.01c	44.33e	44.33h	3.41f	5.3de	152.89e	32.49h	19.11d	6.21g
I_3	ZnO	18.05d	69.00b	57.54def	4.21e	5.7de	170.24de	40.29g	26.65bc	10.77f
	MgO	18.12d	86.33a	77.18a	5.70c	6.62cd	210.43cd	58.63f	26.48bc	15.59e
	Water	25.00a	30.67g	35.63i	3.67f	4.57ef	129.93e	23.8i	15.14e	3.59h
I_4	ZnO	23.51b	47.00e	49.66g	4.36e	4.24f	123.84e	25.35i	15.63e	3.94gh
	MgO	23.32b	38.33f	66.61bc	5.36cd	4.32ef	130.62e	27.82i	21.47d	6.04g

Different letters in each column indicate significant differences at P≤0.05.

I_1, I_2, I_3, I_4: Irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation, respectively.

3.7 Grains per pod and Grains per plant

Water stress reduced grains per pod and grains per plant, but foliar application of nanoparticles significantly enhanced these traits. Ghassemi-Golezani et al. (2018) reported that the main reason for a decline in the number of grains per plant under drought stress is the reduction of plant biomass. Foliar application of nano-MgO was the superior treatment for enhancing grains per pod and per plant under various levels of irrigation. These changes in number of grains per pod and per plant directly related with variation in chlorophyll content under different treatments (Table 4), that influenced photosynthesis and pod filling. Increasing grains per pod of rapeseed by MgO treatment was also supported by (Sikorska et al. 2020).

3.8 1000 grains weight

Decreasing water availability reduced 1000 grains weight, with no significant difference between normal irrigation and mild stress (Fig. 3A). Water shortage reduces grains weight and yield by shortening the grain filling duration (Gooding et al. 2003). Foliar application of MgO and ZnO nanoparticles similarly increased 1000 grains weight (Fig. 3B). Khan and khan (2015) also reported that foliar application of ZnO increased 1000 grains weight of maize. Higher grains weight in ZnO applied plots could be attributed to the micro-element effects on leaf area development, and greater assimilate production (SeifiNadergholi et al. 2011).

Lu Z, Chen J, Percy RG and Zeiger E, 1997. Photosynthetic rate, stomatal conductance and leaf area in two cotton species (Gossypium barbadense and Gossypium hirsutum) and their relation with heat resistant and yield. Australian Journal of Plant Physiology 24: 693-700. https://doi.org/10.1071/PP97056
Mohammadi M, Ghassemi-Golezani K, Chaichi MR and Safikhani S, 2018. Seed oil accumulation and yield of safflower (Carthamus tinctorius L.) affected by water supply and harvest time. Agronomy Journal 110: 586–593. https://doi.org/10.2134/agronj2017.06.0365
Mohammadian R, Moghaddam M, Rahimian H and Sadeghian SY, 2005. Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. Turk Journal of Agriculture and Forest 29: 357-368.
Nandhini M, Rajini SB, Udayashankar AC, Niranjana SR, Lund OS, Shetty HS and Prakash HS, 2019. Bio fabricated zinc oxide nanoparticles as an eco-friendly alternative for growth promotion and management of downy mildew of pearl millet. Journal of Crop Protection 121: 103–112. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.03.015

Prasad TN, Sudhakar P, Sreenivasulu Y, Latha P, Munaswamy V, Reddy KR and Pradeep T, 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition 35: 905-927 https://doi.org/10.1080/01904167.2012.663443
Qiu DL, Lin P and Guo SZ, 2007. Effects of salinity on leaf characteristics and CO2/H2O exchange of Druse) Kandelia candel L.) Seedlings. Journal of Forest Science 53: 13-19.
Raliya R, Tarafdar JC, Singh SK, Gautam R, Choudhary K, Maurino VG and Saharan V, 2014. MgO nanoparticles biosynthesis and its effect on chlorophyll contents in the leaves of cluster bean (Cyamopsis tetragonoloba L.). Advanced Science Engineering Medicine 6: 538-545. https://doi.org/10.1166/asem.2014.1540
Reddy MP and Vora AB, 1986. Changes in pigment composition, hill reaction activity and saccharides metabolism in bajra (Pennisetum typhoides L.) leaves under NaCl salinity. Photosynthetica 20: 50-55.
Salehi-lisar SY and Bakhshayeshan-Agdam H, 2016. Drought stress tolerance in plants: causes consequences and tolerance. In: Hossain MA, Wani ShH, Bhattacharjee S, Burritt DJ, Phan Tran Lam-Son (eds). Drought Stress Tolerance in Plants. Springer Press 1: 35-60. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28899-4_1
SeifiNadergholi M, Yarnia M and RahimzadeKhoei F, 2011. Effect of zinc and manganese and their application method on yield and yield components of common bean (Phaseolus vulgaris L. CV. Khomein). Middle-East. Journal Science Research 8: 859-865.
Sikorska A, Gugała M and Zarzecka K, 2020. The impact of foliar feeding on the yield components of three winter rape morph types (Brassica napus L.). International Journal of Agriculture 5: 107-116. https://doi.org/10.1515/opag-2020-0011
Verbruggen N and Hermans C, 2013. Physiological and molecular responses to magnesium nutritional imbalance in plants. Plant and Soil 368: 87–99. https://doi.org/10.1007/s11104-013-1589-0
Weisany W, Sohrabi Y, Heidari G, Siosemardeh A and Ghassemi-Golezani K, 2011. Physiological responses of soybean (Glycine max L.) to zinc application under salinity stress. Australian Journal of Crop Science 5: 14-41□.
Zayed BA, Salem AKM and El-Sharkawy HM, 2011. Effect of different micronutrient
treatments on rice (Oriza sativa L.) growth and yield under saline soil conditions. World
Journal of Agriculture Science 7: 179-184.

چکیده

آزمایش مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ به منظور ارزیابی پاسخ کلزا(Brassica napus L.) به محلول پاشی نانو ذرات منیزیم و روی در سطوح مختلف آبیاری (I_1, I_2, I_3, I_4 به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی متر تبخیر به ترتیب به صورت آبیاری معمولی و تنش های ملایم، متوسط و شدید) انجام شد. کمبود آب منجر به افزایش دمای برگ و کاهش محتوای آب برگ، پایداری غشا، محتوای کلروفیل و زیست توده گیاهی شد که سبب کاهش محصول دانه در واحد سطح گردید. محلول پاشی نانوذرات از طریق کاهش برخی از اثرات مضر کمبود آب بر دمای برگ، محتوای کلروفیل، پایداری غشا، ارتفاع بوته، زیست توده گیاه، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه، محصول دانه و روغن کلزا را افزایش داد. بنابراین، محلول پاشی این نانوذرات می‌تواند یک راهکار مناسب برای کاهش برخی از اثرات نامطلوب تنش خشکی بر عملکرد فیزیولوژیکی و تولید کلزا در شرایط مزرعه باشد

کلمات کلیدی: پایداری غشا، دمای برگ، کلزا، محتوای روغن، محتوای کلروفیل

5. Acknowledgements

We appreciate the financial support of this research work by the University of Tabriz.

6. References

Auld DS, 2001. Zinc coordination sphere in biochemical zinc sites. Journal of Bio-Metals 14: 271-313. https://doi.org/10.1023/A: 1012976615056

Boyer JS, 1982. Water deficits and photosynthesis. Journal of Water deficits and plant growth 4: 153-190

Cakmak I and Yazici AM, 2010, Magnesium a forgotten element in crop production. Better Crops 94: 23–25.

Chugh G, Siddique KH and Solaiman ZM, 2021. Nanobiotechnology for agriculture: Smart technology for combating nutrient deficiencies with nanotoxicity challenges. Sustainability 13: 1781. https://doi.org/10.3390/su13041781

Corredor E, Testillano PS and Coronado MJ, 2009. Nanoparticle penetration and transport in living pumpkin plants: in situ subcellular identification. BMC Plant Biology 9: 45-54. https://doi.org/10.1186/1471-2229-9-45

Dastborhan S and Ghassemi-Golezani K, 2015. Influence of seed priming and water stress on selected physiological traits of borage. Folia Horticulture 27: 151-159. https://doi.org/10.1515/fhort-2015-0025

Deka DC, Kalita A, Bardaloi S and Kalita MP, 2019. Influence of capping agent on structural, optical and photocatalytic properties of ZnS nanocrystals. Journal of Lumina 10: 269–275. https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2019.02.033

Ducic T and Polle A, 2005. Transport and detoxification of manganese and copper in plants. Bra Journal of Plant Physiology 17: 103-112. https://doi.org/10.1590/S1677-04202005000100009

Farzi-Aminabad R, Ghassemi-Golezani K and Nasrollahzadeh S, 2021. Grain and oil yields of safflower (Carthamus tinctorius L.) affected by water deficit and growth regulators. Agriculture (Poľnohospodárstvo) 67: 87 – 94. https://doi.org/10.2478/agri-2021-0008

Fatemi A, Moaveni P, Daneshian J, Mozafari H and Ghaffari M, 2022. Magnesium Nanoparticles Improve Grain Yield, Oil Percentage, Physiological, and Biochemical Traits of Sunflower (Helianthus annuus L.) under Drought Stress. Journal of Agriculture science and Technology 24: 665-678.

Freitas DC, de Andrade AM, da Costa LF, Azevedo RA and Arruda MA, 2021. There is plenty of room at the plant science: A review of nanoparticles applied to plant cultures. Annals of Applied Biology 178: 149–168.

Ghassemi-Golezani K and Abdoli S, 2021. Improving ATPase and PPase activities, nutrient uptake andgrowth of salt stressed ajowan plants by salicylic acid and iron-oxide nanoparticles. Plant Cell Reports 40: 559-573. https://doi.org/10.1007/s00299-020-02652-7

Ghassemi-Golezani K and Afkhami N, 2018. Changes in some morpho-physiological traits of safflower in response to water deficit and nanoparticles. Journal of Biodiversity and Environment Science 12: 391-398.

Ghassemi-Golezani K, Ghanehpoor S and Dabbagh Mohammadi-Nasab A, 2009. Effects of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars. Journal of Food, Agriculture and Environment 7: 442-447.

Ghassemi-Golezani K, Ghassemi S and Yaghoubian I, 2016. Salicylic Acid regulate Physiological Performance of milk thistle (Silybum marianum L.) under water stress. Advances in Bioresearch 7: 34-40. https://doi.org/10.15515/abr.0976-4585.7.4.3440

Ghassemi-Golezani K, Heydari S and Dalil B, 2018. Field performance of maize (Zea mays L.) cultivars under drought stress. Acta agriculturae Slovenica 111: 25-32. https://doi.org/10.14720/aas.2018.111.1.03

Ghassemi-Golezani K, Heydari Sh and Dalil B, 2016. Changes in seed oil and protein contents of maize cultivars at different positions on the ear in response to water limitation. Acta Agriculturae Slovenica 107: 311 –319. https://doi.org/10.14720/aas.2016.107.2.05

Ghassemi-Golezani K, Mabudi Bilasvar H and Mohammadi Nassab AD, 2019. Improving rapeseed (Brassica napus L.) plant performance by exogenous salicylic acid and putrescine under gradual water deficit. Acta Physiologiae Plantarum 41: 192. https://doi.org/10.1007/s11738-019-2986-7

Gooding M, Ellis R, Shewry P and Schofield J, 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Science 37: 295–309. https://doi.org/10.1006/jcrs.2002.0501

Iqbal MA, 2019. Nano-Fertilizers for Sustainable Crop Production under Changing Climate: A Global Perspective. https://doi.org/10.5772/intechopen.89089

Khan HA and Khan A, 2015. phosphorus and zinc fertilization on maize yield and yield components. International Journal of agriculture and environmental research 1: 62-67.

Khan HR, McDonald GK and Rengel Z, 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. Plant and Soil 249: 389-400.

Larcher W, 2000. Temperature stress and survival ability of Mediterranean sclerophyllous plants. Plant Biosystems 134: 279-95. https://doi.org/10.1080/11263500012331350455

Liu Y, Fiskum G and Schubert D, 2002. Generation of reactive oxygen species by mitochondrial electron transport chain.

معرفی کتاب

Book Introduction





معرفی کتاب

تولید پایدار گیاهان زراعی با کیفیت در شرایط تغییرات اقلیمی (واکنش گیاهان زراعی به تغییر اقلیم)



رقیه فرضی‌امین آباد (دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی)

کتاب تولید پایدار گیاهان زراعی با کیفیت در شرایط تغییر اقلیمی، توسط دکتر صفر نصراله‌زاده و رقیه فرضی‌امین آباد ترجمه شده و در انتشارات دانشگاه تبریز منتشر می‌شود.

تغییر جهانی اقلیم چالش‌های اساسی در تولید مواد غذایی برای جمعیت در حال افزایش به وجود آورده است. همچنین، باعث ایجاد تنش‌های متعددی از جمله تنش خشکی، شوری، گرما، سرما، عناصر غذایی و افزایش دی اکسید کربن می‌شود. این تنش‌ها تغییراتی را در سطح سلولی، مولکولی و فیزیولوژیکی برای تولید محصولات کشاورزی به وجود می‌آورد. تولید گندم، ذرت کلزا و سایر گیاهان زراعی که در تأمین غذای جمعیت جهان نقش دارند را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این کتاب نقش تنش‌های زیستی و غیرزیستی در تولید گیاهان زراعی



صفر نصراله‌زاده (استاد گروه اکوفیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز)

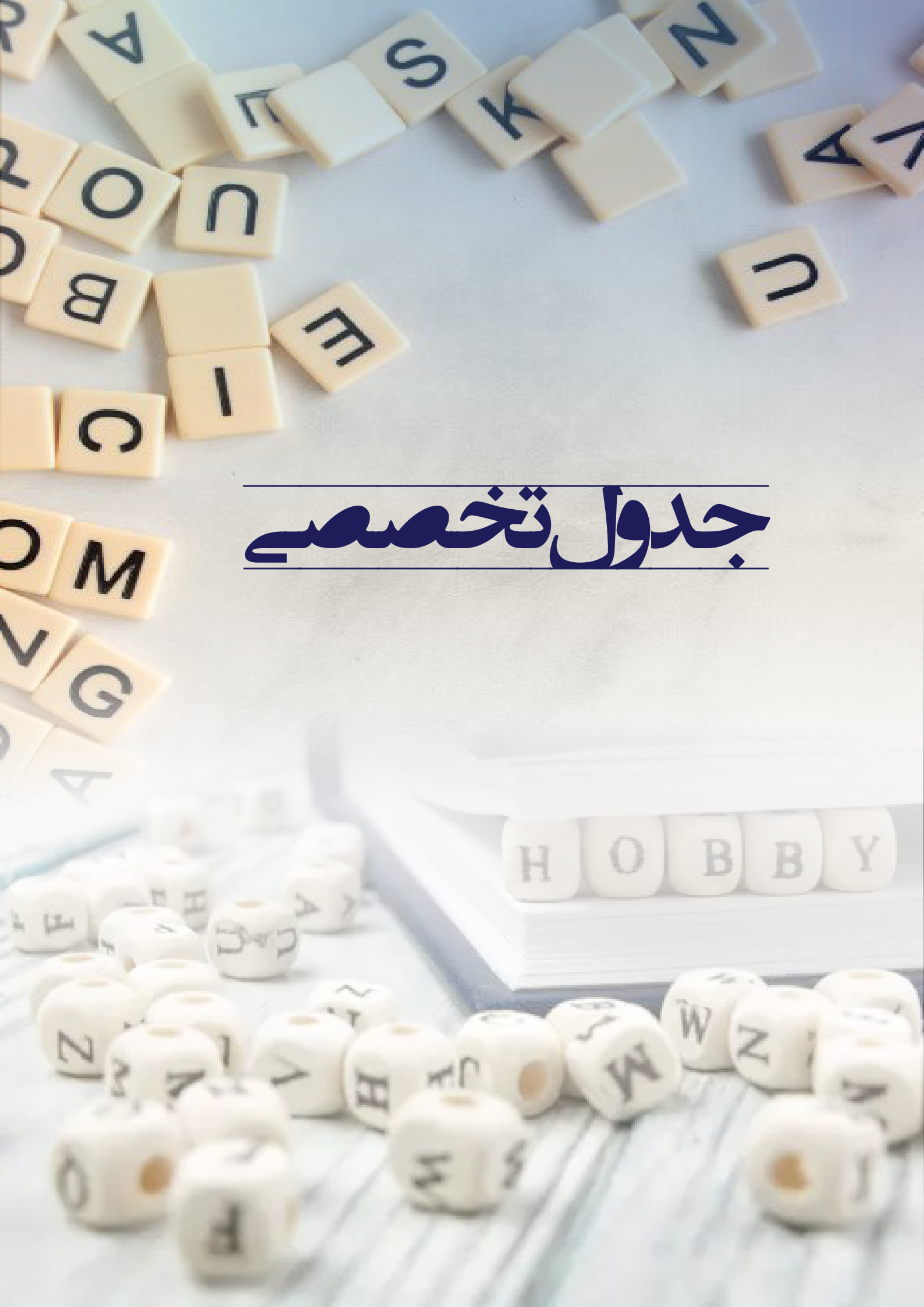
در نقاط مختلف جهان تحت تغییرات اقلیمی مورد بررسی قرار می‌گیرد. کتاب تولید پایدار گیاهان زراعی با کیفیت در شرایط تغییرات اقلیمی (واکنش گیاهان زراعی به تغییر اقلیم) ۱۶ فصل دارد. در این فصل‌ها اثربخشی تلقیح ریزوبیوم در تغییرات اقلیم، تولید جهانی ذرت و گندم در تغییرات اقلیم، مکانیسم پاسخ فیزیولوژیکی کلزا به تنش غیرزیستی و تنظیم کشت مقاوم به تنش، تعامل میکروبیوم‌های ریزوسفر و گیاهان زراعی در تغییرات اقلیم، تأثیرات تغییر اقلیم بر حاصلخیزی خاک، پیش‌تیمار تنش غیرزیستی: رویکردی مؤثر برای مقابله با دوره‌های تنش غیرزیستی در تولید گیاهان زراعی، آخرین ابزار تحقیقاتی برای تولید پایدار گیاهان زراعی تحت سناریوهای تغییرات جهانی اقلیم بررسی شده است.

SUSTAINABLE CROP PRODUCTIVITY AND QUALITY UNDER CLIMATE CHANGE

Responses of Crop Plants to Climate Change

EDITED BY FULAI LIU, XIANGNAN LI, PETRA HOGY, DONG JIANG, MARIAN BRESTIC, AND BING LIU





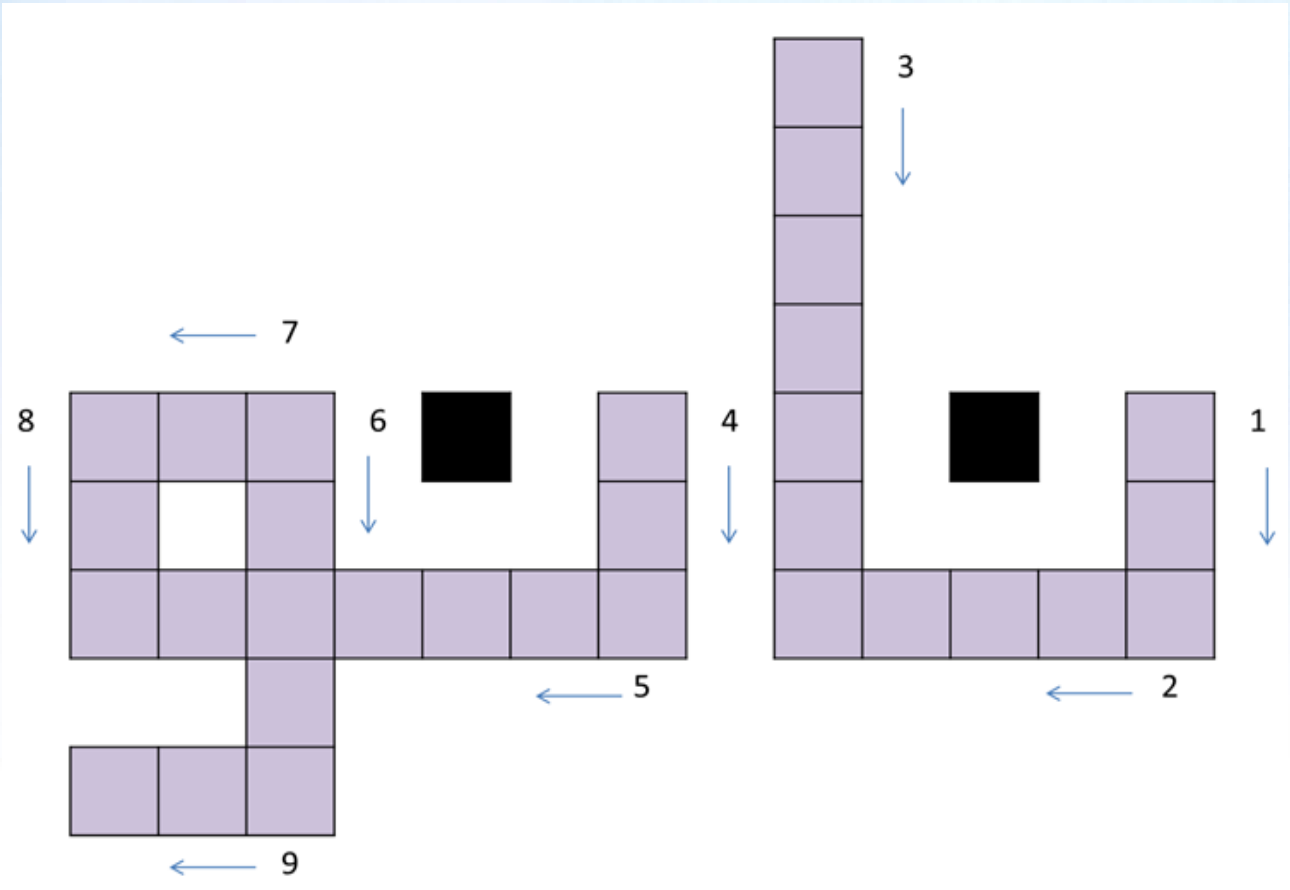
جدول تخصصی

جدول


شیما حبیبی کوه‌کمر (دانشجوی کارشناسی ارشد تولید محصولات گلخانه‌ای)


محدثه اژدرزاده اسکویی (دانشجوی کارشناسی ارشد تولید محصولات گلخانه‌ای)

۱) نوعی سوزنی برگ همیشه سبز
۲) جاروی جادوگر
۳) سلول غیرجنسی
۴) گیاه علفی معروف به گیج دانه
۵) ویلچیکا به چه چیزی معروف می‌باشد
۶) دستگاهی برای بریدن علف‌ها و دیگر گیاهان هرز روی زمین
۷) نام درختی جنگلی از انواع افرا
۸) مترادف انگور
۹) قطعه آهنی که به سم ستور می‌زنند



با ما در ارتباط باشید

تلگرام @Climate2024
Gmail cclimate916@gmail.com
ایتا @Farziro




اقلام